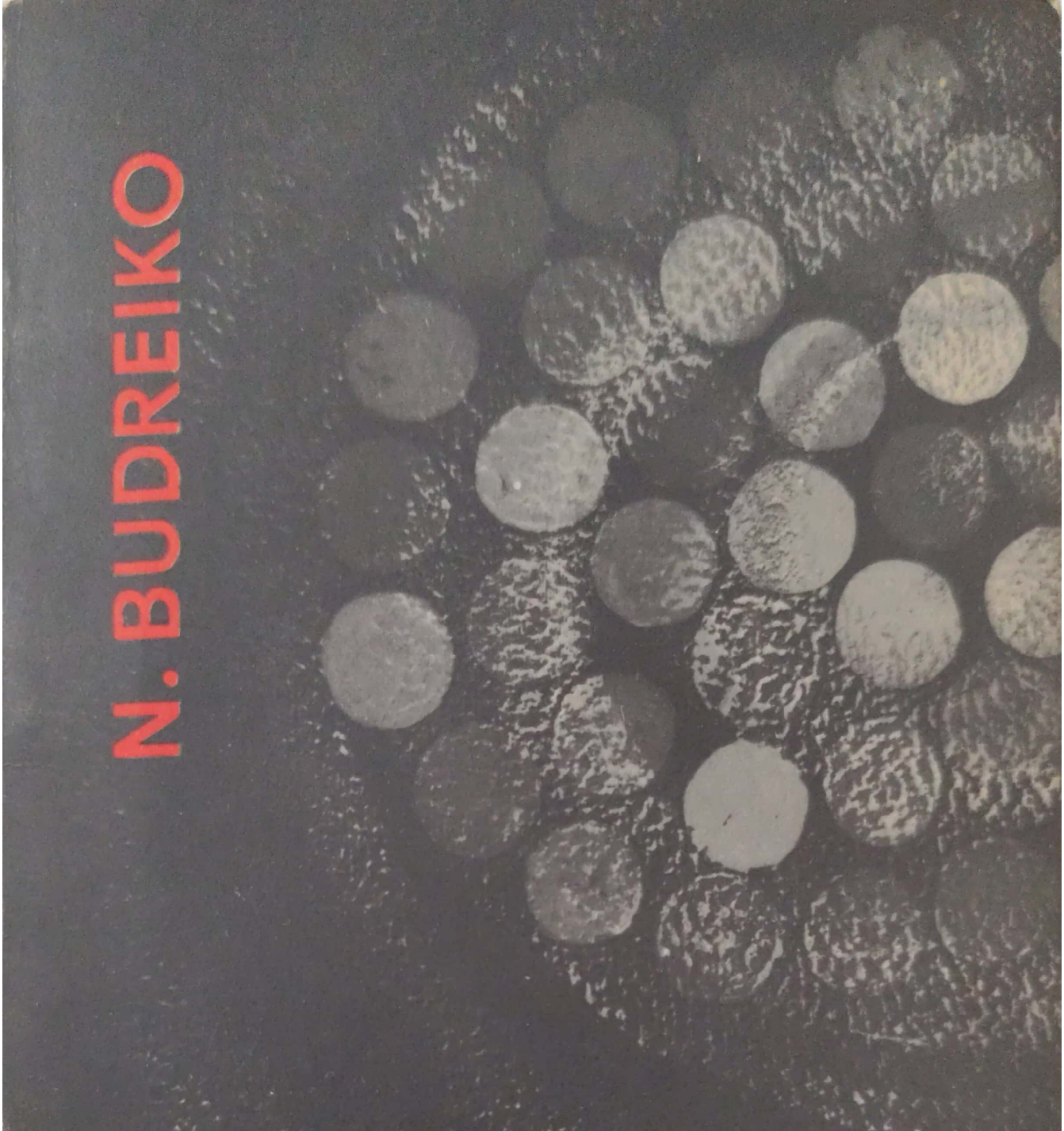
N. BUDREIKO



CUNOAȘTEREA TAINELOR MATERIEI

Tradus din limba rusă

Н. БУДРЕЙКО

ПОЗНАНИЕ ТАЙН
МАТЕРИИ

Госполитиздат, Москва, 1962

EDITURA POLITICĂ ● BUCUREŞTI — 1964

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

N. BUDREIKO

CUNOAȘTEREA TAINELOR MATERIEI

studiu filozofic

Din timpuri străvechi, mintea scrutătoare a omului pătrunde în tainele structurii materiei. În prezent au fost adunate numeroase date despre materie. În această carte se vorbeşte despre cunoaşterea tainelor materiei, despre structura ei, despre cuceririle ştiinţei, despre înverşunata luptă filozofică dusă în jurul descoperirilor făcute de ştiinţele moderne ale naturii. Autorul cărţii este şeful catedrei de materialism dialectic şi istoric a Institutului de chimie industrială „D. I. Mendeleev“ din Moscova.

Cartea poate fi de un real ajutor în studierea mai multor capitole ale cursului de materialism dialectic în cadrul învăţământului de partid şi al învăţământului superior de stat. Scrisă într-un stil viu, accesibil, ea se adresează şi cercurilor mai largi de cititori pe care-i preocupă problemele filozofice ale ştiinţelor moderne ale naturii.

Scanned with OKEN Scanner

Evenimentele secolului nostru sînt extrem de diverse. Între altele, vastele investigaţii efectuate în numeroase domenii ale ştiinţei, s-au soldat cu o mulţime de descoperiri, cu succese considerabile.

Începutul secolului a fost marcat printr-o revoluţie grandioasă în ştiinţele naturii. Aidoma unei reacţii în lanţ, a început dezvoltarea furtunoasă a fizicii atomice. În faţa privirii uimite a omului a apărut lumea celor mai mici particule, cu fenomenele şi legile ei neobişnuite, cu rezervele ei uriaşe, incalculabile de energie. S-ar fi zis că a fost eliberat din captivitate un puternic vrăjitor, iar în faţa omului s-a pus sarcina îmblînzirii şi folosirii lui raţionale. Datorită cunoaşterii tainelor materiei au devenit posibile realizări remarcabile ale diferitelor ştiinţe.

Dar ce este materia ? De ce este atît de important să cunoaştem structura ei ? Omul este înconjurat de o multitudine infinită de obiecte şi de fenomene dintre cele mai diferite : gaze, pietre, lichide, elemente chimice, raze luminoase, cîmpuri electrice, plante, animale... Ele pot fi foarte mici, ca atomul şi molecula, sau foarte mari, ca stelele. Dar toate *există în afara conştiinţei omului şi independent de conştiinţă care le poate reflecta.* În aceasta constă trăsătura fundamentală, determinantă a materiei. Numai avînd mereu în vedere această proprietate principală a materiei vom reuşi să înţelegem esenţa

Scanned with OKEN Scanner

ei şi vom putea să apreciem cum se cuvine lupta înverşunată din filozofie dusă timp de milenii între materialism şi idealism.

Materia, împreună cu structura, proprietăţile şi legile ei constituie domeniul de aplicare a tehnicii şi sînt studiate de ştiinţele naturii şi de ştiinţele umanistice. În această direcţie perspectivele sînt nelimitate. Iar cînd mintea creatoare a omului găseşte răspuns la întrebările puse, ajungînd la adevăr, se deschid noi căi dezvoltării ştiinţei şi practicii.

Scanned with OKEN Scanner

LA IZVOARELE ŞTIINŢEI

Chiar de la începutul drumului istoric al omului, lupta pentru existenţă a generat un interes arzător, nemijlocit pentru natura vie şi nevie. Din ce sînt compuse, cum sînt alcătuite şi ce proprietăţi au corpurile? Care este cauza variatelor fenomene care se produc neîncetat în jurul nostru?

Urmînd încet şi pe dibuite, dar stăruitor şi perseverent calea grea şi primejdioasă a căutărilor, greşelilor şi dezamăgirilor, omul a mers spre cunoaşterea naturii. La început oamenii se adresau adesea cu rugăciuni şi vrăji forţelor puternice pe care încă nu le cunoşteau, cerîndu-le să-i apere de foc, de trăsnet, de apele revărsate ale vreunui rîu. În conştiinţa lor, un loc însemnat îl ocupau miturile, legendele, superstiţiile. Era un tribut plătit de om propriei sale neputinţe.

Contactul strîns cu natura, stăpînirea celor mai elementare procese de muncă au devenit baza cunoaşterii reale a lumii înconjurătoare. Pas cu pas, în special în ultimele trei milenii înaintea erei noastre, oamenii au reuşit să acumuleze un anumit volum de cunoştinţe. Au fost puse primele pietre la temelia civilizaţiei. În Egiptul antic a apărut scrisul, erau cunoscute cele patru operaţii aritmetice, s-a inventat clepsidra. Astronomii egipteni se ocupau cu observarea stelelor şi au împărţit anul în 365 de zile. În Babilon oamenii au învăţat să calculeze volumul trunchiului de piramidă, să rezolve ecuaţii

Scanned with OKEN Scanner

cu trei necunoscute şi să extragă rădăcina pătrată. În China antică a fost elaborat un adevărat complex de măsuri agrotehnice, s-au strîns cunoştinţe de biologie şi medicină de mare preţ. Cărturarii au scris primele cărţi de gramatică şi de medicină. Ce-i drept, aceste cunoştinţe şi observaţii, obţinute din practica vieţii, aveau un caracter disparat şi adesea erau explicate de pe poziţiile religiei.

Ştiinţa s-a născut atunci cînd, interpretînd şi sistematizînd cunoştinţele existente, omul, pentru a căpăta răspuns la întrebările care îl frămîntau, s-a adresat direct lumii înconjurătoare, căutînd explicarea naturii în natura însăşi. Atunci a apărut ideea îndrăzneaţă a fundamentului unic al întregii lumi, fundament care există independent de vreun zeu, se manifestă în toate şi acţionează asupra organelor noastre de simţ.

DESPRE FUNDAMENTUL ÎNTREGII EXISTENŢE

Primele idei mai închegate despre materie au apărut în secolul al VI-lea î.e.n. Ele aparţin gînditorilor materialişti antici greci, filozofii naturalişti, cum sînt denumiţi aceşti gînditori în istoria ştiinţei : Tales, Anaximene, Anaximandru, Heraclit şi alţii.

Ei au pus la îndoială puterea zeilor infailibili, respingînd miturile şi explicaţia religioasă a fenomenelor înconjurătoare. Ei au formulat ideea că „zeii înşişi provin din materie", idee cutezătoare, care i-a speriat chiar şi pe discipolii lor. Materialiştii antici greci susţineau că zeii nu pot schimba legile naturii, că natura există dintotdeauna şi va exista mereu, iar fundamentul tuturor lucrurilor este materia formată dintr-o anumită substanţă primară.

Tales îşi închipuia materia ca o manifestare infinită a substanţei fundamentale, *apa*. După Tales, materia nu a fost creată de nimeni, nu poate dispărea, ci doar îşi schimbă formele ei de existenţă.

Scanned with OKEN Scanner

Ca principiu material primordial și unic Anaximene considera *aerul,* care ar avea proprietatea de a se transforma, în urma schimbării temperaturii, în toate celelalte forme ale materiei : ceață, apă, pămînt, piatră. Din pămînt apar plantele, care servesc drept hrană pentru animale și pentru om.

Fig. 1

La Anaximandru, elementul primordial este o substanță nedeterminată, *„apeiron“.*

Întemeietorul dialecticii elene, Heraclit, a mers mai departe decît Tales și Anaximene. El a formulat următoarea teză : „Lumea este unică, ea n-a fost creată de vreun zeu sau de vreun om, ci a fost, este și va fi un foc veșnic viu, care se întețește și se potolește după anumite legi“. V. I. Lenin a caracterizat această teză a lui Heraclit ca o foarte bună expunere a primelor elemente ale materialismului dialectic. Potrivit concepției lui Heraclit, *focul* este materia, principiul și forța motrice

Scanned with OKEN Scanner

a tuturor schimbărilor. Datorită schimbărilor focului, există în lume varietatea infinită a lucrurilor, a căror apariţie, dezvoltare şi distrugere nu depinde de vreo forţă divină, ci are loc în virtutea anumitor legi, inerente însăşi materiei primare.

În ţările Orientului apăruseră deja idei despre structura principiului primar unitar. În India, în concepţiile şcolii vaişeşika, în cartea filozofică „Lao-ţzî" a Chinei se vorbea despre alcătuirea tuturor lucrurilor din particule materiale minuscule.

Se înţelege că, dat fiind nivelul foarte scăzut al cunoştinţelor vremii, reprezentările gînditorilor antici despre materie erau inevitabil naive. Dar, cu toată naivitatea lor, aceste presupuneri şi explicaţii cu privire la originea naturală a lumii şi a legilor ei erau îndreptate împotriva religiei şi misticismului şi astfel au netezit drumul spre o concepţie ştiinţifică despre lume.

IDEEA GENIALĂ A LUI DEMOCRIT

Se fac numeroase presupuneri despre cauza care a făcut ca valoroasele opere ale „celui dintîi spirit enciclopedic grec" să nu ajungă pînă la noi. Despre numeroasele lucrări ale lui Democrit în domeniul matematicii, fizicii, esteticii şi muzicii am aflat numai din scrierile unor filozofi care au trăit mult mai tîrziu decît el. Aproape toate scrierile lui Democrit au dispărut fără urmă.

Democrit a soluţionat în mod original problema fundamentală a materialităţii lumii şi a structurii ei. Admiţînd principiul material unic, el a conchis că materia şi deci toate corpurile sînt compuse din particule minuscule, simple, indivizibile — *atomii* (în limba greacă atom înseamnă indivizibil) — şi din vid, în care aceşti atomi se mişcă neîncetat.

Atomii sînt invariabili şi indestructibili, calitativ identici, deosebindu-se între ei numai prin formă. Aflîndu-se în veşnică mişcare, atomii se ciocnesc, se unesc

Scanned with OKEN Scanner

unii cu alţii, se despart, formează corpuri şi provoacă senzaţii. Diversitatea lucrurilor din natură se datorează deosebirii de formă a atomilor componenţi şi caracterului îmbinării acestora. Sufletul este combinaţia unor atomi mici şi rotunzi. Viaţa şi moartea reprezintă de asemenea un proces firesc de unire şi separare a atomilor.

De pe poziţiile atomisticii, Democrit analizează o serie de fenomene fizice. Astfel, trecerea corpului dintr-o

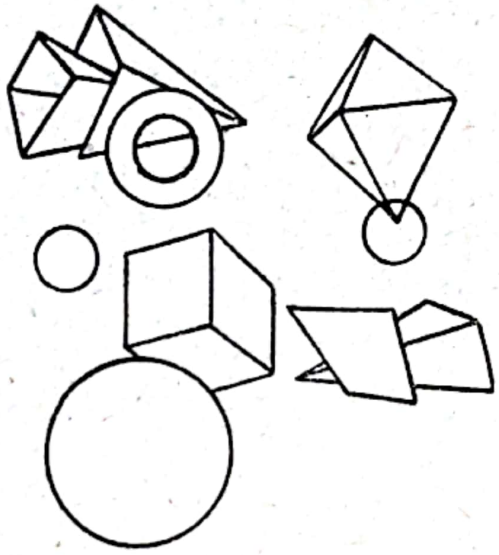


Fig. 2

stare în alta, din starea solidă în starea lichidă şi gazoasă şi invers, nu este cauzată de schimbarea compoziţiei interne, ci doar de regruparea atomilor din care corpul este alcătuit. De forma, mărimea şi combinarea atomilor depind proprietăţi ca gustul, culoarea, mirosul corpurilor. De exemplu, mirosul acru provine de la atomi mari, mirosul înţepător sau alte mirosuri de la atomi mici, subtili, rotunzi, colţuroşi, îndoiţi şi cu asperităţi.

Doctrina atomistă a lui Democrit reprezintă punctul cel mai avansat atins de gîndirea antică greacă în cunoaşterea naturii. Din doctrina lui Democrit decurgeau concluzii foarte însemnate. Străduindu-se să explice natura prin ea însăşi, Democrit înlătură orice participare a lui dumnezeu la crearea lumii. Învăţătura atomistă năruie

Scanned with OKEN Scanner

unii cu alţii, se despart, formează corpuri şi provoacă senzaţii. Diversitatea lucrurilor din natură se datorează deosebirii de formă a atomilor componenţi şi caracterului îmbinării acestora. Sufletul este combinaţia unor atomi mici şi rotunzi. Viaţa şi moartea reprezintă de asemenea un proces firesc de unire şi separare a atomilor.

De pe poziţiile atomisticii, Democrit analizează o serie de fenomene fizice. Astfel, trecerea corpului dintr-o

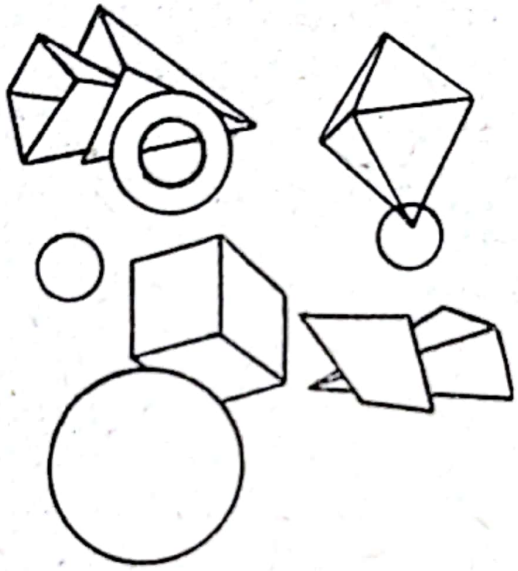


Fig. 2

stare în alta, din starea solidă în starea lichidă şi gazoasă şi invers, nu este cauzată de schimbarea compoziţiei interne, ci doar de regruparea atomilor din care corpul este alcătuit. De forma, mărimea şi combinarea atomilor depind proprietăţi ca gustul, culoarea, mirosul corpurilor. De exemplu, mirosul acru provine de la atomi mari, mirosul înţepător sau alte mirosuri de la atomi mici, subtili, rotunzi, colţuroşi, îndoiţi şi cu asperităţi.

Doctrina atomistă a lui Democrit reprezintă punctul cel mai avansat atins de gîndirea antică greacă în cunoaşterea naturii. Din doctrina lui Democrit decurgeau concluzii foarte însemnate. Străduindu-se să explice natura prin ea însăşi, Democrit înlătură orice participare a lui dumnezeu la crearea lumii. Învăţătura atomistă năruie

Scanned with OKEN Scanner

fără menajamente una dintre tezele principale ale mitologiei elene: doctrina nemuririi sufletului.

Creatorul atomisticii a inaugurat linia materialistă militantă în filozofie, atrăgînd asupra lui ura feroce şi nepotolită a clericalilor şi a idealiştilor de la Platon şi pînă la filozofii reacţionari din zilele noastre.

O COMPLETARE IMPORTANTĂ A LUI EPICUR

Formei, considerată de Democrit ca proprietatea principală a atomilor, Epicur i-a adăugat şi *greutatea*, considerînd-o cauza mişcării iniţiale a atomilor în vid, unde nu există vreun obstacol exterior. Totodată, Epicur a formulat ipoteza genială a căderii cu aceeaşi viteză a corpurilor în vid. „Atomii au în mod necesar aceeaşi viteză cînd trec prin vid şi nu întîlnesc în drumul lor nici o rezistenţă. Căci atomii grei nu se vor mişca mai repede decît cei mici şi uşori, cel puţin cînd nu întîlnesc nici o piedică". Dar atomii care se mişcă cu aceeaşi viteză se vor afla mereu la aceeaşi distanţă unul de altul. Aceasta va face imposibilă ciocnirea lor şi deci constituirea diferitelor corpuri. Epicur introduce noţiunea unui nou gen de mişcare. El completează mişcarea rectilinie a atomilor de sus în jos (datorită greutăţii) cu *devierea lor spontană*, lăuntric condiţionată. Tocmai aceasta asigură posibilitatea ciocnirii, a combinării atomilor.

Ideea devierii spontane a atomilor exprimă pentru prima dată, într-o formă naivă, ipoteza unui izvor intern al mişcării materiei. Se înţelege că, negînd legitatea şi legătura cauzală a fenomenelor naturii, reprezentanţii religiei şi idealiştii s-au ridicat şi împotriva ideilor lui Epicur.

CELE PATRU ELEMENTE ALE LUI ARISTOTEL

Aristotel, fiul medicului de curte al împăratului macedonean, a fost educatorul lui Alexandru Macedon şi s-a bucurat de protecţia acestuia. Aristotel a fost ideologul recunoscut al societăţii sclava-

Scanned with OKEN Scanner

giste antice în perioada crizei ei, a luptelor înverşunate dintre sclavi şi proprietarii de sclavi.

Doctrina lui a exercitat o influenţă considerabilă asupra dezvoltării ulterioare a ştiinţelor naturii, mai ales în evul mediu. Atotputernica biserică catolică a sprijinit ideea lui Aristotel despre primul impuls divin, idee care a devenit o dogmă, dominînd în mod absolut timp de aproape un mileniu.

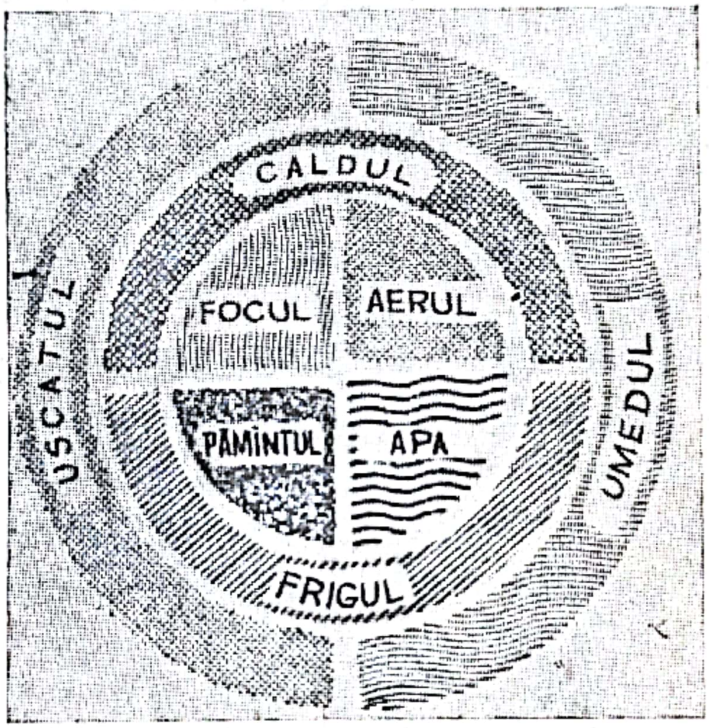


Fig. 3

Aristotel considera că materia primară are patru proprietăţi fundamentale, percepute de senzaţiile umane: *umed, uscat, cald* şi *rece*. Diversitatea substanţelor din natură depinde de îmbinarea acestor proprietăţi. Printr-o anumită combinaţie a două proprietăţi de mai sus pot fi dobîndite cele patru „stihii", elemente fundamentale: pămîntul, apa, focul şi aerul. Fiecare element este caracterizat de două însuşiri: pămîntul — de uscat şi frig, apa — de frig şi umed, focul — de cald şi uscat, aerul — de umed şi cald.

În urma schimbării unei proprietăţi se obţine o substanţă nouă. Astfel, dacă apei, care are proprietatea de a

Scanned with OKEN Scanner

fi „umedă“ și „rece“, i se adaugă căldură (prin încălzire), proprietatea „rece“ se transformă în „cald“ și apa se evaporă, adică se preface în aer. Dacă aerului i se adaugă proprietatea „rece“, apare o ceață care se precipită sub formă de apă. Dacă se adaugă apei proprietatea „uscat“, ea se încheagă, prefăcîndu-se în pămînt și piatră etc. Arta creării diferitelor substanțe se reduce, așadar, la adăugarea unor noi calități.

Avînd o compoziție înrudită, metalele pot trece unul în altul. Această teză a lui Aristotel despre posibilitatea transformării reciproce a elementelor, de exemplu a prefacerii metalelor ordinare în aur, a devenit temelia „științifică“ a alchimiei, care a frînat pentru mult timp dezvoltarea chimiei ca știință, orientînd-o pe calea greșită a unor căutări ademenitoare, dar sterile.

Aristotel a opus atomisticii doctrina sa proprie despre materie. Criticîndu-i, nu fără temei, pe atomiști pentru încercarea de a explica toate deosebirile dintre lucruri pornind numai de la forma și mărimea atomilor, Aristotel a respins și elementul principal, pozitiv al doctrinei lor. El nu a înțeles legătura dintre continuitate și discontinuitate, nu a ajuns pînă la noțiunea automișcării materiei, adoptînd ideea mistică a primului impuls.

Alături de alte cauze istorice, critica aristotelică a atomismului a frînat considerabil propagarea în cadrul științelor naturii a concepțiilor atomiste despre structura materiei.

LUCREȚIU CARUS DESPRE NATURA LUCRURILOR

În poemul său „Despre natura lucrurilor“, marele materialist și ateist militant al Romei antice Titus Lucrețiu Carus a realizat o expunere inspirată a ideilor atomiștilor greci. Lucrețiu a văzut menirea poemului său în eliberarea omului de jugul greu al zeilor și de întunericul super-

Scanned with OKEN Scanner

științiilor, în explicarea adevăratului început al lucrurilor, explicarea esenței fenomenelor și legilor naturii :

„Căci, mai întîi, eu învăț despre lucruri mărețe și caut
Din superstiția strîmtă, să mîntui pe toți muritorii".

El expune în mod amănunțit învățătura lui Democrit și Epicur despre atomi, aduce dovezi ingenioase în favoarea existenței atomilor. Dacă vă lăsați hainele pe malul mării învolburate, ele se vor umezi și din nou se vor usca sub razele dogoritoare ale Soarelui. Dar noi nu vom observa cum intră și cum fuge apa de acolo, salvîndu-se de arșiță. Evident, ea s-a fragmentat în particule care nu se pot vedea. Priviți cum se subțiază inelul de aur de pe deget, atrage atenția cititorului Lucrețiu, dar noi nu putem vedea cum se întîmplă aceasta. Fierul plugului se uzează pe nesimțite, caldarîmul de piatră se tocește sub picioarele mulțimii, tot ce e viu crește pe ascuns, și privirea cea mai atentă nu poate observa acest lucru.

Lucrețiu își ilustrează în mod plastic ideea mișcării necontenite a atomilor. Nici în străfundurile lucrurilor, nici în spațiile vide aceste particule nu află niciodată odihnă. Priviți, de exemplu, o rază de lumină într-o cameră cufundată în întuneric. Veți observa cum miriade de fire de praf mișună în ea. Ele se amestecă în diferite moduri în vid, se ciocnesc și se despart. Astfel se formează corpurile și au loc fenomenele cele mai importante din natură.

În poemul său, Lucrețiu face încercări fecunde de a explica apariția Pămîntului, geneza vieții, cauza morții. Respingînd orice interpretare religioasă, el analizează de pe poziții materialiste fenomene cum sînt cutremurele, tunetul și eclipsele solare.

Dintre toți filozofii materialiști ai lumii antice, Lucrețiu a dus lupta cea mai hotărîtă împotriva religiei. El vede sursa acesteia în ignoranță, în necunoașterea fenomenelor naturii, în incapacitatea de a explica cauza lor

Scanned with OKEN Scanner

adevărată. Istoria este împinsă înainte de nevoile oamenilor și nu de bunul plac și de voința zeilor.

Nu încape îndoială că marea idee a atomismului a ajuns la generațiile următoare de naturaliști-materialiști nu prin intermediul unor fragmente păstrate ale lui Democrit și Epicur, ci prin intermediul poemului lui Lucrețiu. „Este puțin probabil — scria eminentul fizician sovietic S. I. Vavilov — că vreo altă operă poetică și științifică a antichității, inclusiv operele lui Homer, Euripide, Euclid, Arhimede, Virgiliu și Ovidiu, să fi păstrat pînă în zilele noastre, peste milenii, o asemenea prospețime și actualitate ca poemul nepieritor al lui Lucrețiu. El a stîrnit admirația lui Cicero și Virgiliu, asupra lui s-au năpustit înfuriați părinții bisericii, întrezărind pe bună dreptate în Lucrețiu un pericol teribil pentru ei. Acest poem a determinat multe trăsături ale concepției despre lume a lui Newton și Lomonosov, l-a entuziasmat pe Herțen, a trezit un profund interes la tînărul Marx..."

UITAREA TEORIILOR MATERIALIȘTILOR ANTICI GRECI

Atomistica este o creație genială a gînditorilor antici greci. De ea se leagă începuturile cunoașterii științifice. Numai recunoașterea faptului că toate corpurile și fenomenele lumii reprezintă forme diferite ale materiei unice, aflată în mișcare și alcătuită din atomi, percepută de om cu ajutorul organelor de simț, a putut deveni baza științelor naturii.

Doctrina atomistă a provocat o luptă înverșunată între partizanii concepțiilor materialiste asupra lumii și biserică, ai cărei conducători, încă din antichitate, treceau nu o dată de la predici blînde la violență. Astfel, materialistul antic grec Anaxagora, care a îndrăznit să afirme că Soarele nu este o zeitate, ci o masă materială arzătoare, a fost condamnat la moarte și s-a salvat numai datorită unei întîmplări. Destinul numeroșilor lui tova-

Scanned with OKEN Scanner

răşi de idei, ale căror nume istoria nu le-a păstrat, a fost mai tragic.

Puterea clasei reacţionare a proprietarilor de sclavi s-a caracterizat prin persecutarea cruntă a materialiştilor ateişti. Ideile materialiste înaintate au fost înăbuşite de concepţiile reacţionare. Apoi a urmat epoca medievală, epoca dominaţiei absolute a nobilimii feudale. Idealismul a înflorit din plin, iar biserica s-a ridicat la o înălţime nemaiatinsă.

CREAREA IPOTEZEI STRUCTURII ATOMICE A MATERIEI

RĂZVRĂTIREA ŞTIINŢEI ÎMPOTRIVA RELIGIEI

Evul mediu ocupă aproape un mileniu în istoria omenirii. Expresia adesea folosită „bezna medievală“ caracterizează destul de precis această perioadă. Pe atunci medicina nu era o ştiinţă, oamenii credeau în minuni şi vrăji, epidemii îngrozitoare bîntuiau fără oprelişti. Vîrsta medie a omului era de 25 de ani. Se accepta ca adevăr numai învăţătura bisericii şi ceea ce era sancţionat de „locţiitorul lui dumnezeu pe pămînt“, papa de la Roma, considerat infailibil. Doctrina arhireacţionară a reprezentantului scolasticii clericale, călugărul Toma d'Aquino, a fost declarată drept autoritate veşnică şi de necontrazis în domeniul religiei, istoriei, filozofiei, politicii şi moralei. Maxima lui Toma d'Aquino : „Orice tendinţă spre cunoaştere constituie un păcat dacă nu este îndreptată spre cunoaşterea lui dumnezeu“ era considerată drept axiomă. „Sfinţii părinţi“ recunoşteau un singur grec, pe Aristotel, pentru că acesta îl denumise pe dumnezeu „părintele tuturor“ şi respinsese învăţătura despre atomi. De-a lungul secolelor, adepţii religioşi ai lui Aristotel — scolasticii — au stu-

Scanned with OKEN Scanner

diat matematica, retorica, gramatica și alte științe pe baza operelor învățătorului lor.

Pentru a lupta împotriva ereticilor și a înăbuși acțiunile eretice, papalitatea a creat inchiziția. Istoria inchiziției constituie una dintre paginile cele mai rușinoase și mai îngrozitoare din activitatea Vaticanului. Una dintre mințile cele mai cutezătoare ale evului mediu — englezul Roger Bacon, care încă în secolul al XIII-lea afirma că nu autoritatea și dogmele bisericii, ci rațiunea și experiența trebuie să servească drept izvor al cunoașterii și că sarcina științelor este stăpînirea tainelor naturii — a fost deținut 14 ani într-o temniță subterană. În 1553 protestantul Calvin l-a ars pe rug pe medicul spaniol Miguel Servet, care cercetase circulația sîngelui. Astronomul polonez Copernic, creatorul tabloului modern heliocentric al universului, a murit înainte ca inchiziția să fi ajuns la el, dar discipolul său Giordano Bruno, care se afla în raza de acțiune a Vaticanului, a fost ars pe rug în Piața Florilor din Roma în anul 1600. Supus judecății inchiziției, Galilei a fost constrîns, prin amenințarea cu moartea, să-și renege propriile sale concepții.

În condițiile persecuției și terorii crunte, concepțiile înaintate, materialiste și ateiste, ale anticilor au fost date uitării și au fost extirpate din conștiința oamenilor. Posibilitatea dezvoltării cu succes a științei a fost înăbușită pentru mult timp.

Dar viața pășea înainte și în întunericul nesfîrșit al evului mediu a început să licărească lumină. În sînul feudalismului se închegau relații de producție noi, capitaliste. Se intensifica schimbul comercial înăuntrul statelor, se întăreau legăturile economice dintre diferitele țări medievale. Construcțiile navale și navigația au dat un prim impuls puternic dezvoltării cunoștințelor experimentale, a renăscut interesul față de astronomie, mecanică, fizică și alte științe.

Scanned with OKEN Scanner

Tînăra burghezie care crea industria avea nevoie de cunoştinţe care să asigure creşterea producţiei şi desfacerea mărfurilor, obţinerea profitului în condiţiile concurenţei. Dar ştiinţa medievală, bazată pe scolastică şi autorităţi, pe dogmele rupte de viaţă, învechite ale învăţăturii lui Aristotel, nu putea da practicii nimic folositor. Ea era slujnica bisericii şi nu depăşea limitele stabilite de credinţă. A venit timpul pentru cunoaşterea autentică şi, după cum observa F. Engels, „ştiinţa s-a răzvrătit împotriva bisericii, iar burghezia a avut nevoie de ştiinţă şi a luat parte la această răzvrătire".

CUNOAŞTEREA ÎNSEAMNĂ PUTERE

În bătăliile împotriva concepţiei dominante, clericale-scolastice, despre lume apar noile ştiinţe ale naturii. Problemele metodei de cercetare, problema proprietăţilor fundamentale ale materiei, legătura ei cu mişcarea şi natura acesteia din urmă se află în centrul atenţiei.

Doi filozofi — englezul Francis Bacon şi francezul René Descartes — au jucat un rol deosebit de important în dezvoltarea ştiinţelor naturii din această perioadă. Bacon a formulat cerinţa cunoaşterii experimentale a naturii. În acele timpuri, cînd experimentul era ceva accidental, această cerinţă suna extrem de revoluţionar. Omul trebuie să fie stăpînul naturii, a declarat Bacon. Dar aceasta este posibil numai pe măsura cunoştinţelor lui. Cunoaşterea este putere, iar obiectul ei este natura, materia. Lumea este congnoscibilă, afirma Bacon, senzaţiile noastre sînt izvorul cunoştinţelor. Dar filozoful nu trebuie să fie un empirist asemănător furnicii şi nu trebuie să semene nici cu raţionalistul care, întocmai ca un păianjen, urzeşte din propria sa raţiune pînza filozofică. După părerea lui Bacon, filozoful trebuie să semene cu albina, care extrage materia primă din florile grădinilor şi ale cîmpurilor şi o preface apoi în miere. După cum arată K. Marx, la Bacon „orice ştiinţă este *ştiinţă expe-*

Scanned with OKEN Scanner

rimentală şi constă în a aplica datelor senzoriale o metodă *raţională*".

Natura, materia lui Bacon, este activă, mişcarea reprezintă proprietatea cea mai importantă a materiei, inseparabilă de aceasta din urmă. Mişcarea se manifestă la Bacon, după expresia lui Marx, „nu numai ca mişcare *mecanică* şi *matematică*, ci şi mai mult, ca *impuls*, ca *spirit vital*, ca *tensiune*". În înţelegerea acestei probleme, materialismul lui Bacon este mult superior doctrinelor mecaniciste de mai tîrziu.

Bacon a intrat în istoria filozofiei ca părintele materialismului englez şi al ştiinţei experimentale moderne.

René Descartes a declarat raţiunea îndreptată spre studierea datelor experimentale drept izvor al cunoaşterii adevărate. Aceasta era de asemenea incompatibil cu spiritul scolasticii medievale şi netezea drumul pentru dezvoltarea ştiinţei autentice.

Fiind dualist, adică recunoscînd două substanţe independente una de alta, substanţa materială şi cea spirituală, Descartes a formulat totuşi, în cadrul concepţiilor sale despre natură, idei materialiste.

După părerea lui, natura este umplută compact de particule materiale. Proprietatea fundamentală a materiei este întinderea. Nu există nici un spaţiu vid, cum îşi închipuiau atomiştii antici. Lumea materială este într-o veşnică mişcare, în strictă concordanţă cu legile mecanicii. În felul acesta toate procesele naturii erau reduse la simpla deplasare spaţială a particulelor, adică la schimbări pur cantitative.

În aceasta şi-a găsit expresia inconsistenţa ştiinţifică a concepţiei mecaniciste a lui Descartes. Întrucît mişcarea nu poate fi dedusă din întindere, el a trebuit, în căutarea izvorului prim al mişcării, să se adreseze în afară. Spre deosebire de Bacon, Descartes ajunge astfel la ideea primului impuls, adică la ideea de dumnezeu.

Scanned with OKEN Scanner

„CAUSA SUI"

Concepţiile lui Bacon şi raţionalismul lui Descartes au avut o influenţă binefăcătoare asupra concepţiei marelui filozof materialist olandez Spinoza. Spinoza însă a supus criticii dualismul lui Descartes. El a respins substanţa spirituală, pe dumnezeu, ca creator al lumii. Natura însăşi este dumnezeu. Ea este substanţa unică, veşnică în timp şi infinită în spaţiu. Natura este „propria sa cauză" *(causa sui)*, aceasta este teza faimoasă a lui Spinoza. A fi ea însăşi cauza existenţei şi a esenţei tuturor lucrurilor — iată însuşirea cea mai importantă a substanţei.

Engels a văzut meritul uriaş al filozofiei de atunci tocmai în faptul că, „începînd cu Spinoza şi terminînd cu marii materialişti francezi, ea a perseverat să explice lumea prin ea însăşi şi să lase pe seama ştiinţei viitorului justificarea în amănunt". Şi, într-adevăr, viitorul i-a dat dreptate. Ştiinţele naturii obţineau succese în cunoaşterea materiei tocmai atunci cînd se călăuzeau în cercetările lor de teza „natura *causa sui*". Iată un exemplu evident al însemnătăţii unui principiu general filozofic pentru activitatea ştiinţifică concretă.

Materialismul lui Spinoza rămînea însă metafizic, deoarece el considera că întinderea şi gîndirea constituie atributele (proprietăţile esenţiale) ale substanţei unice. El privea mişcarea ca deplasare mecanică, incluzînd-o printre moduri (stările temporare). Recunoaşterea gîndirii drept atribut al întregii materii ducea inevitabil la hilozoism, la ideea eronată a însufleţirii universale a materiei.

RENAŞTEREA ATOMISMULUI GREC

La mijlocul secolului al XVII-lea, după o muncă migăloasă de mulţi ani, filozoful materialist francez Gassendi şi-a publicat lucrarea sa interesantă despre filozofia lui Epicur. Străduindu-se să îndrepte atenţia cercetărilor asupra lumii materiale, el supune pe scolastici unei critici aspre şi reînvie ideile atomiste ale anticilor.

Scanned with OKEN Scanner

Gassendi nu s-a limitat însă la expunerea doctrinei atomiste a filozofilor naturii din Grecia antică. Adoptînd concepţiile lor şi sprijinindu-se pe observaţiile adunate pînă atunci, el expune şi propriul său punct de vedere. Ca şi Epicur, Gassendi consideră greutatea, alături de mărime şi de formă, ca proprietatea cea mai importantă a atomilor. El o defineşte ca „tendinţa internă spre mişcare", ca izvor al tuturor schimbărilor din natură. Gassendi ajunge pentru întîia oară la ideea *diferitelor trepte intermitente, discrete în structura materiei.* El introduce noţiunea de *moleculă,* pe care o consideră drept combinarea mecanică a unui grup de atomi.

Gassendi se abate în unele probleme de la materialism. Deşi recunoaşte existenţa obiectivă a vidului (spaţiului), considerînd că toate schimbările din univers au loc numai în virtutea unor legi mecanice inerente, Gassendi nu neagă nici existenţa unei forţe iniţiale, a creatorului, şi admite crearea atomilor de către atotputernicul dumnezeu. Gassendi se abate de la concepţiile lui Epicur şi în problema originii vieţii pe Pămînt. După părerea lui, paralel cu facerea lumii de către creator au fost create şi seminţele, care au constituit forţele primordiale prin intermediul cărora s-au format diferite organisme din atomii materiei.

Marele merit al lui Gassendi în istoria dezvoltării învăţăturii despre materie, cu toate concesiile făcute religiei, constă în faptul că el, apreciind fecunditatea învăţăturii atomiste a anticilor, a ridicat-o din nou, a apărat-o de persecuţiile şi de calomniile îndreptate împotriva atomisticii de-a lungul secolelor de către clerici şi idealişti, a făcut din ea un bun al ştiinţei din epoca lui. După cum spunea Marx, tocmai Gassendi a fost acela care l-a scos pe Epicur de sub interdicţia impusă de către părinţii bisericii. Urmîndu-l pe Bacon, Gassendi a proclamat izvor al oricărei cunoaşteri nu credinţa, ci experimentul, cu-

Scanned with OKEN Scanner

noştinţele experimentale, bazate pe studierea fenomenelor materiale ale naturii.

„CHIMISTUL SCEPTIC“

În evul mediu, paralel cu teologia şi cu scolastica, o largă răspîndire a cunoscut alchimia. Rădăcinile ei trebuie căutate în trecutul îndepărtat. Apărută în Egipt, la începutul erei noastre, ea reprezenta iniţial o culegere de diverse date practice cu privire la transformarea substanţelor. Cuvîntul „chimie“ provine, după cum se presupune, de la denumirea veche a Egiptului : Chem sau Chemi. Tratatele de chimie ale vremii descriau operaţii de sublimare, filtrare, calcinare, dizolvare etc. În Egipt a apărut şi ideea posibilităţii transformării metalelor ordinare în metale preţioase — aur şi argint — cu ajutorul unei mistice pietre filozofale. În secolul al VII-lea, după ce au cotropit Egiptul, arabii au aplicat cunoştinţele chimice acumulate, au descoperit o serie de săruri, acidul azotic şi alte substanţe. La denumirea „chimie“ ei au adăugat prefixul arab „al“.

La puţin timp după Gassendi, dezvoltînd concepţiile atomiste ale acestuia, chimistul şi fizicianul englez Boyle a emis deviza : „Nimic pe baza vorbelor“. În lucrarea „Chimistul sceptic“, Boyle s-a năpustit asupra alchimiei şi adepţilor ei. Aceştia amestecă şi fierb substanţe după reţete vechi, scria el criticîndu-i pe alchimişti, aşa că numai întîmplător poate apare ceva nou. Cărţile alchimiştilor sau nu spun nimic despre natura lucrurilor, sau lucrurile despre care vorbesc sînt fantezie pură. Alchimiştii nu sînt în stare să explice proprietăţile corpurilor şi varietatea fenomenelor naturii.

Cele mai probabile căi şi moduri de explicare a proprietăţilor pe care le au corpurile decurg, după Boyle, din mişcarea, forma şi structura particulelor mici din care sînt compuse aceste corpuri. Materia este alcătuită dintr-o infinitate de particule foarte mici, pe care Boyle, spre deosebire de Democrit, le denumea nu atomi, ci *corpus-*

Scanned with OKEN Scanner

culi. Boyle deosebea corpusculi de ordinul întîi şi corpusculi de ordinul doi. Corpusculii de ordinul întîi sau corpusculii primari sînt cei mai mici, fiind imperceptibili. Ei sînt lipsiţi de calitate, au forme variate şi se formează prin îmbinarea reciprocă cu ajutorul cîrligelor şi zimţilor pe care îi posedă ; corpusculii de ordinul al doilea reprezintă entităţi stabile, ei fiind părţile componente fundamentale ale corpurilor.

Boyle împarte proprietăţile corpurilor în proprietăţi primare şi secundare. El consideră că în mod obiectiv materia are numai proprietăţi primare, pur mecanice : formă, dimensiuni, mişcare, repaus etc. Toate celelalte proprietăţi sînt secundare, avînd caracter subiectiv. Un ac cu gămălie, afirma Boyle, nu are o proprietate similară durerii pe care o simţim atunci cînd ne înţepăm. Acul are doar o formă ascuţită, durerea fiind rezultatul acţiunii acestei forme asupra organelor noastre de simţ. Proprietăţi cum sînt culoarea, mirosul, sunetul au de asemenea o origine subiectivă. Ele nu există în natură, ci apar prin acţiunea proprietăţilor primare asupra organelor noastre de simţ. Concepţiile mecaniciste ale lui Boyle au stat la baza doctrinei idealiste despre proprietăţile „primare“ şi „secundare“ ale materiei, doctrină elaborată de contemporanul lui, filozoful englez Locke.

Boyle este primul care încearcă să introducă în chimie ideile atomisticii. Pornind de la proprietăţile corpusculilor, el caută să explice natura afinităţii chimice, formarea corpurilor compuse, adică a combinaţiilor chimice. Modul în care Boyle tratează problema reacţiilor chimice şi a diferitelor procese de combinare şi de separare a atomilor reprezintă prima încercare de a interpreta teoretic fenomenele chimice. Ea deschide drumul spre crearea atomisticii chimice.

În cartea sa „Chimistul sceptic“, Boyle dă pentru prima dată o definiţie fundamentată *a elementului chimic ca substanţă care nu poate fi descompusă prin nici un fel*

Scanned with OKEN Scanner

de mijloace. Definind chimia ca ştiinţa care studiază elementele şi combinaţiile acestora, el a situat-o pe un teren ştiinţific materialist. Boyle a inaugurat cercetarea chimică, el însuşi descoperind numeroase reacţii ale analizei chimice calitative. Toate acestea i-au permis lui F. Engels să afirme că „Boyle face din chimie o ştiinţă".

Simultan cu francezul Mariotte, Boyle a descoperit o lege nouă, cunoscută astăzi ca legea Boyle-Mariotte, care are o mare însemnătate pentru înţelegerea esenţei materiei, pentru fundamentarea structurii ei atomiste. Astfel, dacă presiunea exercitată asupra unui volum de gaz creşte de două ori, volumul gazului se va micşora exact de două ori. Prin urmare, presiunea şi volumul gazelor sînt invers proporţionale. De aici urmează însă că la presiune distanţa dintre corpusculii gazului se micşorează, deoarece într-un vas închis numărul acestora rămîne neschimbat. Pe această bază, Boyle trage o concluzie importantă : diferitele stări de agregare ale materiei — starea solidă, lichidă şi gazoasă — depind de densitatea şi de legătura corpusculilor.

Adept al atomisticii mecanice, Boyle recunoaşte totodată existenţa divină şi, pentru că atomistica antică greacă nega principiul divin, o numea dispreţuitor „nefastă".

ATOMISTICA MECANICĂ A LUI NEWTON

Pe monumentul marelui fizician englez Newton, la Cambridge, există următoarea inscripţie expresivă : „Prin raţiune el întrecea speţa umană".

Însemnătatea ştiinţifică a lucrărilor lui Newton este excepţională. El a descoperit legea gravitaţiei universale şi legile fundamentale ale mecanicii (legea inerţiei, a cantităţii de mişcare, a acţiunii şi reacţiunii), a elaborat teoria mişcării corpurilor cereşti, a construit primul telescop cu oglindă, a formulat o teorie ştiinţifică a culorilor etc.

Scanned with OKEN Scanner

Newton nu are lucrări consacrate în mod special atomisticii. Totuşi, în operele sale fundamentale, „Principiile matematice ale filozofiei naturale“ şi „Optica“, există o serie de teze din care rezultă că Newton consideră ideea structurii atomiste a corpurilor ca ceva de la sine înţeles.

Una dintre noţiunile centrale ale mecanicii newtoniene, *masa*, este fundată de ipoteza atomistă. În prefaţa la „Principii“, schiţînd programul explicării mecanice a naturii, Newton scrie : „Din principiile mecanicii trebuie deduse şi celelalte fenomene ale naturii“.

Analizînd proprietăţile stabilite de practică ale corpurilor ca întinderea, duritatea, impenetrabilitatea şi inerţia, Newton emite ideea că ele depind de proprietăţi identice ale particulelor minuscule din care sînt alcătuite corpurile. „Experienţa arată — scrie el în „Principii“ — că multe corpuri sînt solide. Dar soliditatea întregului provine din soliditatea părţilor lui, de aceea noi tragem în mod just concluzia că particulele indivizibile sînt solide nu numai la corpurile care apar solide simţurilor noastre, ci şi la toate celelalte“. Tot pe baza practicii, Newton a ajuns şi la concluzia că toate corpurile sînt mobile, ele avînd capacitatea de a-şi păstra mişcarea sau starea de repaus datorită unor forţe, numite de el forţe de *inerţie*.

Mobilitatea şi inerţia particulelor minuscule — proprietăţi admise de Newton — nu presupun existenţa unei activităţi interne a materiei, facultatea automişcării acesteia. Materia lui Newton este inertă. Faptul obiectiv evident că există o mişcare perpetuă care determină toate „schimbările lucrurilor corporale“ a fost explicat de Newton prin „primul impuls“ divin. Filozofia nu trebuie să caute o altă explicaţie a originii lumii, după cum declară direct Newton în opera sa „Optica“, sau să presupună că lumea a apărut din haos numai în conformitate cu legile

Scanned with OKEN Scanner

Newton nu are lucrări consacrate în mod special atomisticii. Totuşi, în operele sale fundamentale, „Principiile matematice ale filozofiei naturale“ şi „Optica“, există o serie de teze din care rezultă că Newton consideră ideea structurii atomiste a corpurilor ca ceva de la sine înţeles.

Una dintre noţiunile centrale ale mecanicii newtoniene, *masa*, este fundată de ipoteza atomistă. În prefaţa la „Principii“, schiţînd programul explicării mecanice a naturii, Newton scrie : „Din principiile mecanicii trebuie deduse şi celelalte fenomene ale naturii“.

Analizînd proprietăţile stabilite de practică ale corpurilor ca întinderea, duritatea, impenetrabilitatea şi inerţia, Newton emite ideea că ele depind de proprietăţi identice ale particulelor minuscule din care sînt alcătuite corpurile. „Experienţa arată — scrie el în „Principii“ — că multe corpuri sînt solide. Dar soliditatea întregului provine din soliditatea părţilor lui, de aceea noi tragem în mod just concluzia că particulele indivizibile sînt solide nu numai la corpurile care apar solide simţurilor noastre, ci şi la toate celelalte“. Tot pe baza practicii, Newton a ajuns şi la concluzia că toate corpurile sînt mobile, ele avînd capacitatea de a-şi păstra mişcarea sau starea de repaus datorită unor forţe, numite de el forţe de *inerţie*.

Mobilitatea şi inerţia particulelor minuscule — proprietăţi admise de Newton — nu presupun existenţa unei activităţi interne a materiei, facultatea automişcării acesteia. Materia lui Newton este inertă. Faptul obiectiv evident că există o mişcare perpetuă care determină toate „schimbările lucrurilor corporale“ a fost explicat de Newton prin „primul impuls“ divin. Filozofia nu trebuie să caute o altă explicaţie a originii lumii, după cum declară direct Newton în opera sa „Optica“, sau să presupună că lumea a apărut din haos numai în conformitate cu legile

Scanned with OKEN Scanner

naturii. Newton admite însă că lumea, odată creată de dumnezeu, poate exista ulterior potrivit legilor naturii.

Noul pe care-l aduce Newton în teoria structurii materiei stă în primul rînd în faptul că corpurile materiale și, prin urmare, particulele cele mai mici care le alcătuiesc posedă masă. Aceasta este o mărime cu totul nouă, introdusă pentru prima oară de către marele fizician englez. După Newton, particulele oricărei substanțe au aceeași masă. Deosebirea dintre corpuri este explicată de el, ca și de Boyle, prin intervalele existente între aceste particule. În al doilea rînd, particulele materiale posedă forțe de gravitație, de atracție și respingere reciprocă, întrucît asemenea forțe acționează între corpurile obișnuite. Astfel a fost respinsă ideea fantezistă a lui Democrit și Boyle despre cîrligele și zimții pe care le-ar avea corpusculii. Noțiunea de masă și noțiunea de forță, împreună cu noțiunea de accelerație, constituie principalele noțiuni ale mecanicii clasice a lui Newton.

Atomismul stă la baza explicării mecanice dată de Newton fenomenelor naturii și reprezintă fundamentul legilor mecanicii stabilite de el. Sprijinindu-se pe ideile atomisticii, Newton a emis ipoteza naturii corpusculare a luminii și a explicat legile gazelor formulate de Boyle.

Ideile lui Newton despre impenetrabilitatea și inerția corpului, despre independența masei de mișcare, despre separarea materiei de spațiu-timp erau profund metafizice, dat fiind că Newton se sprijinea pe legile mecanicii clasice. Aceeași mărginire mecanicistă, metafizică nu permitea explicarea lumii prin ea însăși și, alături de cauze sociale, l-a dus în mod obiectiv pe Newton, ca și pe Boyle, la admiterea unor forțe divine supreme. Dar, cu toate tendințele religioase din concepția sa filozofică, Newton a adus prin descoperirile lui științifice un material convingător în sprijinul concluziilor ateiste, materialiste. După cum spunea Engels, cu Newton se termină perioada mecanicistă, metafizică în științele naturii.

Scanned with OKEN Scanner

FILOZOFIA CORPUSCULARĂ A LUI LOMONOSOV

În prima jumătate a secolului al XVIII-lea, în ştiinţa rusă şi mondială se distinge Lomonosov. „Orbitor şi minunat a fost acest fenomen — scria despre el, entuziasmat, Belinski. — El a dovedit că omul este om în orice stare şi în orice climă, că geniul ştie să triumfe asupra tuturor piedicilor pe care i le pune o soartă vitregă..."

Căutînd să înţeleagă fenomenele naturii, să acţioneze asupra lor în procesul activităţii ştiinţifice şi productive, Lomonosov a dat o explicaţie proprie esenţei proceselor naturale. În acest scop el a aplicat ipoteza sa atomică, sau, după cum a denumit-o, „filozofia corpusculară", la care a lucrat în decursul întregii sale vieţi.

La baza „filozofiei corpusculare" stătea un oarecare material empiric, ce-i drept încă insuficient, dar care îi permitea deja lui Lomonosov să-şi verifice şi confirme, într-o anumită măsură, ideea sa în mod experimental. De aceea, spre deosebire de ideea pur speculativă a grecilor antici, presupunerea lui despre structura discontinuă a materiei apare ca o ipoteză ştiinţifică.

Stabilirea cauzelor apariţiei şi schimbării culorii, a gustului, a mirosului, stabilirea cauzelor degajării şi absorbţiei de căldură, ale trecerii de la o stare de agregare la alta etc. este posibilă, după Lomonosov, numai cu condiţia cunoaşterii corpusculilor şi a proprietăţilor lor. Este necesar să pătrundem în esenţa mişcării particulelor, să înţelegem modul în care aceste particule sînt dispuse, modul în care se înlănţuie şi se resping reciproc. Dar cum putem realiza aceasta, de vreme ce corpusculii sînt absolut indivizibili ? Lomonosov consideră că acest lucru este posibil numai prin intermediul gîndirii bazate pe analiza datelor experimentale despre corpurile observate nemijlocit.

Plecînd, ca şi Newton, de la ideea unităţii macrocorpurilor şi microcorpurilor, unitate care constă în mate-

Scanned with OKEN Scanner

rialitatea lor și deci în comunitatea proprietăților lor, Lomonosov presupune și dovedește teoretic că „particulele imperceptibile", ca și macrocorpurile, au întindere. Ele sînt impenetrabile, au figură sau formă, căci, după părerea lui, „particulele imperceptibile" nu se divid în părți mai mici. Anticipînd ideea greutății atomice, Lomonosov formulează presupunerea că atomii se deosebesc prin masă. El ajunge la concluzia foarte importantă că atomii se mișcă. „Corpusculii se mișcă în animalele vii și moarte, se mișcă în plantele vii și moarte, precum și în minerale sau în corpurile anorganice, prin urmare în toate". Însușirea inerentă atomilor de a se mișca era deosebit de importantă pentru explicarea și înțelegerea esenței fenomenelor chimice și fizico-chimice. Lomonosov a văzut în mișcare cauza tuturor schimbărilor calitative. El sublinia adesea că nici o schimbare a corpurilor nu poate avea loc fără mișcare. Prin urmare, după Lomonosov, mișcarea este o proprietate fundamentală a materiei. Această idee contrazicea concepțiile lui Descartes și Newton, care rupeau materia de mișcare, considerînd că mișcarea este exterioară corpurilor materiale.

Spre deosebire de adepții atomisticii mecanice (Boyle, Newton) și de reprezentanții de mai tîrziu ai atomismului chimic, inclusiv Dalton, atomistica lui Lomonosov a pus pentru prima oară bazele reprezentărilor moleculare.

„Elementul (atomul, după Lomonosov) reprezintă o parte a corpului care nu este compusă din alte corpuri mai mici și deosebite de el... Corpusculul (molecula) reprezintă o adunare de elemente care alcătuiesc o masă mică".

În principiu, această tratare corespunde reprezentărilor moderne despre atomi și molecule și despre apariția moleculelor din atomi. Astfel, Lomonosov pornește de la caracteristicile deosebirii calitative dintre cele două forme discrete ale materiei : molecula („corpusculul") și atomul („elementul"). Aceasta apropia concepțiile lui Lomonosov

Scanned with OKEN Scanner

de concepţia dialectică asupra materiei, de admiterea dezvoltării naturii de la forme mai simple din punct de vedere calitativ ale materiei la forme mai complexe.

Lomonosov a arătat foarte clar legătura dintre proprietăţile chimice ale corpurilor şi structura lor atomică. Astfel, la distingerea „corpusculilor" (moleculelor), el lua în consideraţie nu numai deosebirile datorate naturii calitative a atomilor, ci şi modul diferit de combinare a ato-

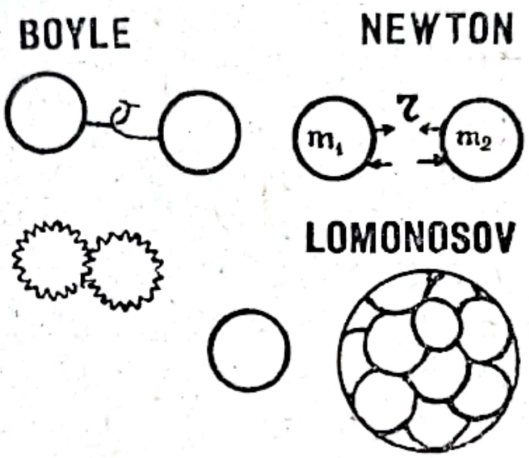


Fig. 4

milor care formează corpusculii respectivi. „Corpusculii (prin urmare şi corpurile alcătuite din ei, în conformitate cu ideea unităţii micro şi macrocosmului. — *N. B.)* sînt omogeni dacă sînt compuşi dintr-un număr egal de elemente identice, unite în acelaşi fel". „Corpusculii sînt neomogeni cînd elementele lor sînt diferite şi unite într-un mod diferit sau într-un număr diferit..."

Enunţînd ideea că deosebirea calitativă a moleculelor este condiţionată de deosebirea lor de structură, Lomonosov prevede izomeria substanţelor chimice, fenomen descoperit în prima jumătate a secolului al XIX-lea şi care, mai tîrziu, a căpătat o explicaţie atomistă pe baza teoriei structurii, elaborată de Butlerov.

Presupunînd că toate schimbările calitative ale corpurilor, şi înainte de toate schimbările chimice, apar ca rezultat al mişcării „particulelor imperceptibile" şi că feluritele combinaţii ale acestora, care duc în ultimă in-

Scanned with OKEN Scanner

stanță la formarea corpurilor concrete, se supun anumitor legi ale naturii, Lomonosov a legat ideile teoretice despre atomi de datele experimentale cu privire la compoziția și la proprietățile substanței. Noțiunea anterioară abstractă de atom a căpătat la Lomonosov o formă științifică mai concretă. De aceea doctrina atomistă a lui Lomonosov depășește cadrul atomismului mecanic, simplist al secolelor XVII—XVIII. Atomistica lui Lomonosov a pus bazele atomisticii chimice, care reprezintă o treaptă de dezvoltare calitativ nouă, superioară atomismului mecanic din secolele XVII—XVIII.

Ipoteza atomistă elaborată de Lomonosov a pus la ordinea zilei necesitatea trecerii de la cunoașterea empirică la cunoașterea rațională, întrucît înșiși atomii lui — „particulele imperceptibile" — sînt inaccesibile simțurilor noastre. „...Trebuie — sublinia Lomonosov — să înțelegem cu ajutorul rațiunii forma, măsura, mișcarea și poziția particulelor primare, ascunse din cauza micimii infinite a particulelor din care se compun corpurile amestecate". Aceste cuvinte concordă cu teza formulată mai tîrziu de către Engels : „...Aici, vrei nu vrei, trebuie *să gîndești :* atomul și molecula etc. nu pot fi observate la microscop, ci numai cu ajutorul gîndirii". Dacă pentru simpla adunare și prelucrare a datelor experimentale a fost suficientă abordarea lor empirică, pentru lămurirea structurii substanței și stabilirea legăturii reciproce a atomilor această abordare devenise insuficientă.

Astfel se creaseră toate condițiile pentru ca ipoteza structurii atomice a materiei să se transforme într-o teorie științifică.

J. TOLAND ȘI MATERIALIȘTII FRANCEZI DIN SECOLUL AL XVIII-LEA

Datorită lucrărilor lui Galilei, Descartes, Leibniz, Newton și ale altor savanți, dezvoltarea științelor naturii în secolele al XVII-lea și al XVIII-lea oferea filozofiei o anumită bază științifică în vederea soluționării problemelor materiei.

Scanned with OKEN Scanner

Încă Toland, filozof materialist englez din secolul al XVII-lea, a criticat tezele metafizice ale doctrinei lui Spinoza, Descartes și Newton despre materie și proprietățile ei. El a arătat că reducerea materiei la întindere, definirea mișcării ca un simplu mod al materiei, nu poate explica izvorul real al mișcării și al diversității lumii. După părerea sa, mișcarea trebuie considerată ca proprietatea internă primordială a materiei însăși, proprietate indisolubil legată de aceasta. „...Materia este în mod necesar tot atît de activă pe cît este de întinsă", astfel a exprimat Toland intuiția dialectică profundă a activității interne a materiei, și în aceasta rezidă marele lui merit. Toland a rămas totuși un prizonier al reprezentărilor metafizice, nu s-a putut ridica la ideea dezvoltării. El afirma că în natură nu apare nimic principial nou și considera mișcarea doar ca schimbare a locului.

Concepțiile lui Toland au influențat puternic dezvoltarea și fundamentarea de către materialiștii francezi din secolul al XVIII-lea a doctrinei despre mișcare, spațiu și timp. La ei, mișcarea apare tot ca un atribut al materiei. Materia și mișcarea sînt indisolubil legate. Materia însăși și nu spiritul, nu primul impuls divin constituie izvorul mișcării... „...Ideea despre natură — scria Holbach — conține în sine în mod necesar ideea despre mișcare. Dar, ni se va spune, de unde a primit natura această mișcare? Vom răspunde : de la ea însăși, deoarece, ea fiind marele tot, în afara ei nimic nu poate exista. Vom spune că mișcarea este un mod de a fi care decurge în chip necesar din esența materiei ; că ea se mișcă prin propria sa energie, că mișcările sale se datoresc forțelor care îi sînt inerente..."

Recunoașterea activității interne a materiei — activitate care în ultimă instanță îl neagă pe dumnezeu — stă la temelia materialismului și ateismului militant al lui Diderot, Holbach și a adepților lor. După părerea lor, această teză concordă pe deplin cu datele științelor naturii. *„După unii filozofi* — scrie Diderot — *corpul este, prin el însuși,*

Scanned with OKEN Scanner

Încă Toland, filozof materialist englez din secolul al XVII-lea, a criticat tezele metafizice ale doctrinei lui Spinoza, Descartes și Newton despre materie și proprietățile ei. El a arătat că reducerea materiei la întindere, definirea mișcării ca un simplu mod al materiei, nu poate explica izvorul real al mișcării și al diversității lumii. După părerea sa, mișcarea trebuie considerată ca proprietatea internă primordială a materiei însăși, proprietate indisolubil legată de aceasta. „...Materia este în mod necesar tot atît de activă pe cît este de întinsă", astfel a exprimat Toland intuiția dialectică profundă a activității interne a materiei, și în aceasta rezidă marele lui merit. Toland a rămas totuși un prizonier al reprezentărilor metafizice, nu s-a putut ridica la ideea dezvoltării. El afirma că în natură nu apare nimic principial nou și considera mișcarea doar ca schimbare a locului.

Concepțiile lui Toland au influențat puternic dezvoltarea și fundamentarea de către materialiștii francezi din secolul al XVIII-lea a doctrinei despre mișcare, spațiu și timp. La ei, mișcarea apare tot ca un atribut al materiei. Materia și mișcarea sînt indisolubil legate. Materia însăși și nu spiritul, nu primul impuls divin constituie izvorul mișcării... „...Ideea despre natură — scria Holbach — conține în sine în mod necesar ideea despre mișcare. Dar, ni se va spune, de unde a primit natura această mișcare? Vom răspunde : de la ea însăși, deoarece, ea fiind marele tot, în afara ei nimic nu poate exista. Vom spune că mișcarea este un mod de a fi care decurge în chip necesar din esența materiei ; că ea se mișcă prin propria sa energie, că mișcările sale se datoresc forțelor care îi sînt inerente..."

Recunoașterea activității interne a materiei — activitate care în ultimă instanță îl neagă pe dumnezeu — stă la temelia materialismului și ateismului militant al lui Diderot, Holbach și a adepților lor. După părerea lor, această teză concordă pe deplin cu datele științelor naturii. „*După unii filozofi* — scrie Diderot — *corpul este, prin el însuși,*

Scanned with OKEN Scanner

lipsit de acțiune și de forță. Aceasta este o nemaipomenită greșeală, cu totul contrară unei fizici juste, unei chimii juste".

Dar mișcarea însăși era considerată de materialiștii francezi, ca și de Toland, drept simplă deplasare în spațiu. Holbach afirma, de exemplu, că mișcarea este un efort prin care un corp își schimbă sau tinde să-și schimbe poziția. El deosebea mișcarea exterioară, deplasarea în spațiu și mișcarea lăuntrică, încordarea ascunsă, moleculară, a corpului. Diderot considera că „forța care acționează asupra moleculei (adică forța exterioară. — *N.B.*) se epuizează ; forța intimă a moleculei nu se epuizează de loc ; ea este imuabilă, eternă". Pornind de aici, Diderot se apropie de ideea justă a relativității repausului și a caracterului absolut al mișcării.

Nici materialiștii francezi nu au ajuns pînă la ideea dezvoltării. După ei, materia, aflîndu-se într-o mișcare eternă, parcurge un simplu ciclu, ființele apar și dispar, repetînd la infinit una pe alta. Nu are loc nici o creare a unor forme noi ale materiei. Astfel, natura mișcării ca proces de trecere de la forme inferioare la forme superioare, ca apariție a calităților noi, rămîne nedezvăluită. Aceasta i-a dus pe La Mettrie, Helvétius, Robinet, la fel ca și pe Spinoza, la hilozoism.

Materialiștii francezi au făcut un pas înainte în înțelegerea naturii spațiului și timpului. În opoziție cu Descartes, care considera timpul doar ca un mod și, pe deasupra, un mod al gîndirii, și în opoziție cu Spinoza, care situa timpul în lumea modurilor, fie și a modurilor produse de natură, materialiștii francezi privesc timpul ca un atribut al materiei. Dar aceste atribute erau considerate de ei în spiritul lui Newton : spațiul ca vid, iar timpul ca simplă durată, nelegată nici de caracterul mișcării, nici de starea calitativă a materiei.

Scanned with OKEN Scanner

Specificul istoric al epocii, în care se dezvoltă cu precădere mecanica, matematica, astronomia și domină fizica lui Newton, a determinat limitarea inevitabilă a filozofiei materialiștilor francezi în cadrul mecanicismului și metafizicii. Istoria științei a oferit o nouă mărturie elocventă a legăturii indisolubile și a condiționării reciproce dintre dezvoltarea științelor naturii și dezvoltarea filozofiei, în special materialiste.

DE LA IPOTEZĂ LA TEORIA ȘTIINȚIFICĂ

CHIMIA ȘI ATOMISMUL

În secolul al XVIII-lea și în cea mai mare parte a secolului al XIX-lea, eforturile savanților au fost îndreptate spre studierea substanței. Nu se bănuia încă existența unor forme ale materiei cum este cîmpul. Lumina era considerată energie pură. Chimia juca rolul conducător în cunoașterea materiei. S-au făcut noi pași pe calea studierii structurii și a proprietăților substanțelor, a legilor transformării lor.

De la mijlocul secolului al XVIII-lea, savanții purced la studierea materiei înarmați cu un nou instrument : *balanța*. Folosită pentru prima dată de către Lomonosov pentru cercetarea reacțiilor chimice, balanța a devenit în curînd un instrument indispensabil oricărui chimist. Cu ajutorul balanței, Lomonosov a smuls naturii una dintre tainele ei cele mai importante : legea conservării greutății substanței. El a stabilit că în transformările chimice nimic nu dispare fără urmă : greutatea substanțelor inițiale intervenite în reacție este întotdeauna egală cu greutatea substanțelor obținute. Călăuzindu-se după regula : „Nici un experiment fără balanță", chimistul francez Lavoisier a ajuns la aceeași concluzie.

Scanned with OKEN Scanner

Noul mod de cercetare a dobîndit rapid recunoașterea unanimă a savanților, jucînd un rol imens în fundamentarea ulterioară a atomisticii chimice. Cercetarea cantitativă a compoziției substanțelor a permis obținerea materialului faptic necesar pentru verificarea și confirmarea experimentală a tezelor ipotezei atomiste, formulate teoretic de Boyle, de Lomonosov și de alți oameni de știință.

„În chimie începe o epocă nouă o dată cu atomistica..." Dezvoltarea științei în secolul al XIX-lea a confirmat în practică justețea acestei teze a lui Engels. Toate descoperirile importante din chimia organică și anorganică, ca și în chimia fizică apărută la sfîrșitul secolului al XIX-lea, se sprijineau într-un fel sau altul pe atomistică. Atomismul chimic a dezvăluit legătura dintre latura calitativă și cea cantitativă a substanței, fapt pentru care Engels a definit chimia ca știință a schimbărilor calitative ale corpurilor care au loc ca urmare a schimbării compoziției cantitative.

Din păcate, lui Engels i-au rămas necunoscute lucrările lui Lomonosov din domeniul fizicii și chimiei. Doctrina atomistă a lui Lomonosov despre structura materiei nu era răspîndită și recunoscută în rîndul majorității savanților secolului al XVIII-lea, care gîndeau în mod metafizic. De aceea Engels lega crearea atomisticii chimice de numele lui Dalton.

La începutul secolului al XIX-lea au fost adunate numeroase date despre compoziția unor substanțe și transformările lor în urma reacțiilor chimice. Faptele arătau că chimia depășește vădit vechiul cadru al unei științe pur empirice. În fața chimiei stătea problema creării unei baze teoretice unitare a întregului material experimental existent, stătea problema dezvăluirii semnificației lăuntrice a legilor descoperite. Aceasta s-a putut realiza prin elucidarea legăturii dintre compoziția substanței și structura ei internă.

Scanned with OKEN Scanner

REZULTATUL UNEI CONTROVERSE DE ŞAPTE ANI

Căile cele mai neaşteptate duc cîteodată la descoperiri de seamă. Legea constanţei compoziţiei substanţelor a fost stabilită, de exemplu, în urma unei controverse duse timp de şapte ani de doi chimişti francezi : Bertholet şi Proust. Cum se combină substanţele între ele ? Există oare proporţii determinate între substanţele care alcătuiesc compusul dat ? Da, spunea Proust. Nu, susţinea Bertholet, aceste proprietăţi sînt nedeterminate, ele depind exclusiv de cantitatea substanţelor intrate în reacţie. Discuţia se ducea cu multă pasiune, ambele părţi întrecîndu-se în încercări de a demonstra justeţea punctului de vedere propriu şi de a infirma argumentele adversarului. Numeroşi savanţi au fost atraşi la rezolvarea acestei probleme extrem de importante pentru chimie.

În urma analizei soluţiilor, pe care el le considera combinaţii chimice, Bertholet a tras concluzia generală că există combinaţii chimice cu o compoziţie nedeterminată, variabilă, care oscilează între limite largi. După el rezultă că două elemente pot forma o serie neîntreruptă de combinaţii, a căror compoziţie şi ale căror proprietăţi se schimbă în mod continuu.

Proust, adversarul lui, afirma că, dacă, de exemplu, dizolvăm într-un acid carbonatul de cupru natural şi apoi acţionăm cu acesta asupra unei soluţii de sodă, atunci se va precipita o cantitate de carbonat de cupru egală cu cantitatea de sare naturală dizolvată iniţial. Din acest fapt Proust a tras concluzia că compoziţia carbonatului de cupru este aceeaşi, indiferent dacă această sare este de proveniență naturală sau artificială. El a ajuns la o concluzie analogă şi în urma experienţelor sale cu apă, a cercetării acizilor staniului, a compuşilor sulfuroşi şi a fierului şi antimoniului. S-a dovedit că în toţi aceşti compuşi proporţiile de greutate ale elementelor chimice componente sînt constante.

Scanned with OKEN Scanner

Soluțiile, amestecurile și aliajele la care Bertholet se referea ca la compuși chimici cu compoziție variabilă nu erau considerate de Proust drept compuși chimici, deși el nu a putut rezolva problema naturii lor. Concluzia lui Proust era următoarea : combinația chimică este un produs privilegiat, căruia natura i-a dat o compoziție constantă. Proust afirma că natura, chiar și prin intermediul

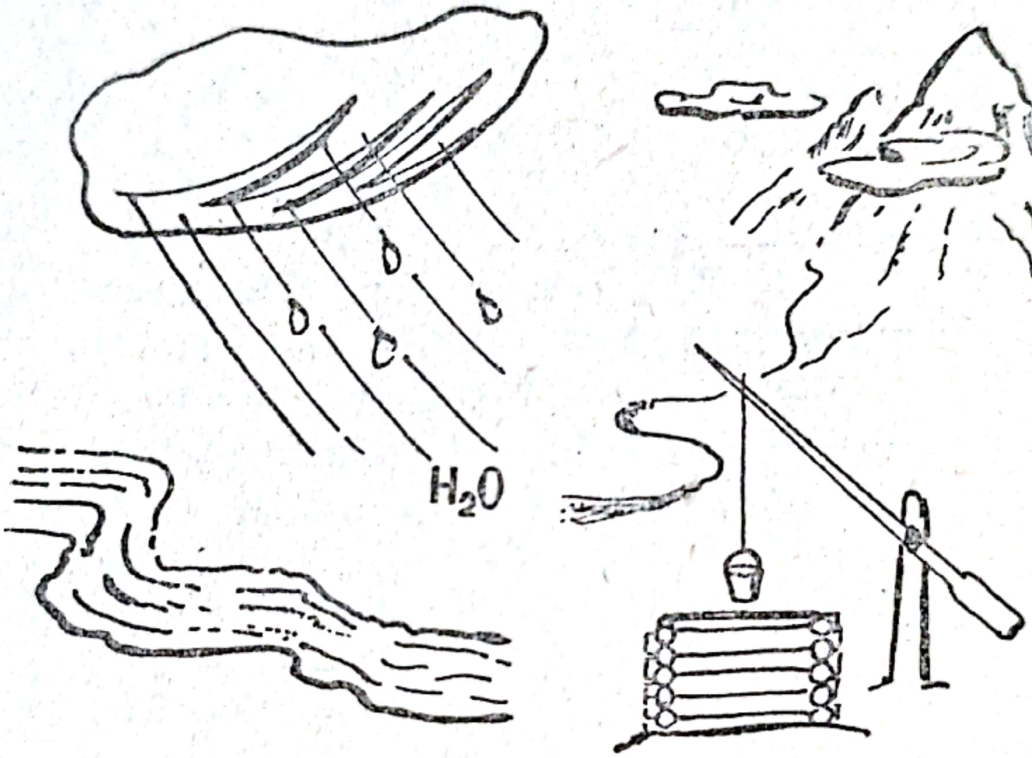


Fig. 5

oamenilor, nu produce combinații altfel decît după greutate și măsură. Unele și aceleași combinații au întotdeauna o compoziție identică. Aspectul lor exterior poate diferi de la caz la caz, dar proprietățile niciodată. Nu există nici o deosebire între oxidul de fier din emisfera nordică și cel din emisfera sudică ; chinovarul japonez are aceeași compoziție chimică ca și chinovarul spaniol ; clorura de argint este absolut aceeași, indiferent dacă provine din Peru sau din Siberia ; în lumea întreagă există o singură clorură de sodiu, un singur salpetru, sulfat de calciu, sulfat de bariu.

Scanned with OKEN Scanner

Cercetările ulterioare au confirmat concluzia lui Proust. Independent de proveniența și de modul ei de obținere, substanța chimică dată are întotdeauna aceleași proprietăți, are aceeași temperatură de topire și de fierbere, aceeași greutate specifică, toate acestea explicîndu-se prin constanța compoziției sale chimice.

Descoperirea legii constanței compoziției a avut o însemnătate excepțională pentru fundamentarea experimentală a atomisticii.

O LEGE OMISĂ ÎN FOCUL DISCUȚIEI

Din cercetările efectuate de Proust decurgea însă încă o consecință importantă, care, în focul discuției cu Bertholet, a rămas neobservată.

Studierea atentă a rezultatelor analizei compușilor metalelor cu oxigenul și cu sulful a arătat că cantitățile diferitelor metale care se combină cu o cantitate dată de sulf se află între ele în aceleași raporturi în care aceste metale se combină cu aceleași greutăți de oxigen. Prin urmare, în afara constanței compoziției, independent de ea, există și un alt factor : proporționalitatea greutăților corpurilor care intră în combinații.

Această lege generală a fost descoperită pentru prima oară de chimistul german Richter. Menținerea neutralității în cazul dublei descompuneri a două săruri i-a sugerat lui Richter ideea că și în reacție substanțele intră în cantități determinate. Studierea interacțiunii dintre acizi și baze a arătat că pentru neutralizarea oricărui acid (sau bază) este necesară o cantitate precis determinată dintr-o bază (sau acid). Numerele relative astfel obținute reprezintă echivalentele acizilor și bazelor, care arată în ce raporturi de greutate intră ele în reacție, formînd săruri neutre.

Un alt chimist german, Fischer, generalizînd lucrările lui Richter, a stabilit că aceste greutăți — echivalentele cu care elementele intră în reacție — sînt strict determinate pentru fiecare element și compus chimic. Ulterior,

Scanned with OKEN Scanner

această lege a căpătat o formulare mai generală : substanţele chimice se combină între ele în cantităţi proporţionale cu echivalentele lor.

Aici apare legătura profundă dintre latura calitativă şi cea cantitativă a substanţelor chimice studiate, legătură exprimată în noţiunea de echivalent ca o unitate chimică nouă, care ia în consideraţie nu numai cantitatea (de exemplu numărul de grame), ci şi calitatea substanţei, specificul ei. Prin urmare, definirea echivalentului chimic marchează trecerea de la unităţile abstracte de greutate la unităţi noi, pur chimice.

Orice reacţie chimică putea fi acum reprezentată ca o reacţie între numere întregi de echivalente ale substanţelor. Acest fapt este deosebit de important pentru fundamentarea empirică a atomisticii chimice, întrucît aceasta din urmă presupune că atomul este indivizibil din punct de vedere chimic şi participă ca un întreg la reacţia chimică.

CEA DE-A TREIA LEGE STOICHIOMETRICĂ

Legea constanţei compoziţiei şi legea echivalentelor au fost denumite de Richter prima şi a doua lege a stoichiometriei — a teoriei măsurării sau determinării proporţiilor cantitative în care substanţele se combină între ele. Iniţial, aceste legi au fost considerate reguli empirice, fiind luate izolat una de alta şi rămînînd multă vreme nelegate de reprezentările atomiste. Această situaţie a continuat pînă cînd Dalton a aplicat ipoteza atomistă la explicarea fenomenelor chimice.

Călăuzindu-se după această ipoteză şi pe baza unui material empiric mai vast decît cel de care dispunea în urmă cu 60 de ani Lomonosov, Dalton a formulat mai întîi teoretic, confirmînd după aceea în mod experimental, cea de-a treia lege stoichiometrică, de excepţională importanţă : *legea proporţiilor multiple*. Constituind con-

Scanned with OKEN Scanner

cluzia logică a primelor două legi, această lege a fost totodată unul dintre argumentele cele mai importante în sprijinul ipotezei atomiste.

Ce concluzii teoretice decurg din legea stabilită de Dalton? În primul rînd, diverșii compuși alcătuiți din aceleași elemente diferă de obicei foarte mult între ei în ceea ce privește compoziția lor după greutate. Cu alte cuvinte, trecînd de la un compus la un alt compus format

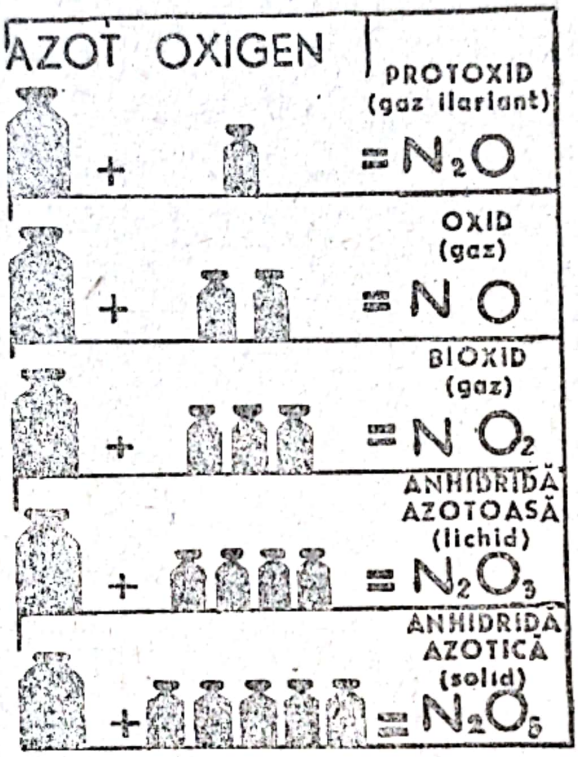


Fig. 6

din aceleași elemente, compoziția se schimbă prin salturi; schimbarea raportului cantitativ între elementele care se combină determină întotdeauna apariția unei substanțe noi, calitativ deosebită de cea inițială; oxizii de azot, deși sînt alcătuiți doar din două elemente (oxigen și azot), se deosebesc calitativ unul de altul, adică reprezintă substanțe cu totul diferite, avînd proprietăți fizice și chimice deosebite.

Descoperirea legilor stoichiometrice a constituit o dovadă convingătoare a structurii discontinue a materiei, a indicat existența transformărilor calitative în funcție de

Scanned with OKEN Scanner

anumite schimbări cantitative. Chimia a făcut încă un pas important pe calea confirmării ipotezei atomiste.

TEORIA ATOMICĂ A LUI DALTON

Fizicianul și chimistul Dalton a fost primul savant care, după Berzelius și Lomonosov, a aplicat teoria atomică la chimie. Dalton a reușit să explice compoziția cantitativă a substanței, pornind de la structura ei.

Ce înseamnă însă a clarifica raportul dintre compoziția substanței și structura ei ? Aceasta înseamnă a stabili legătura legilor stoichiometriei, care se referă la domeniul macrocosmic, cu atomistică, adică cu reprezentările despre microcosm. Aici Dalton a aruncat o punte între macro- și microcosm. El era ferm convins că deosebirile prezentate de proprietățile substanțelor și corpurilor alcătuite din aceste substanțe trebuie să fie atribuite atomilor. Atomii diferitelor elemente se deosebesc foarte mult între ei. Pentru înțelegerea tainelor naturii este deci necesară cercetarea amănunțită a atomilor.

Dalton considera ideea structurii atomice a substanței ca fiind unanim admisă. El scria că chiar și observațiile cele mai simple „au dus la concluzia — după toate probabilitățile, unanim acceptată — că toate corpurile de mărime perceptibilă, atît solide cît și lichide, sînt compuse dintr-un număr imens de particule infime, sau atomi, legate între ele prin forța de atracție". Așadar, Dalton a preluat de la predecesorii săi ideea structurii atomice a corpurilor, idee la care nu a ajuns în mod independent, cum își închipuie cîteodată unii admiratori ai săi. Proprietățile atribuite atomilor de Dalton, ca și de Lomonosov, nu reprezintă abstracții goale, ci decurg din datele empirice, din proprietățile verificabile experimental ale corpurilor fizice reale.

Pornind de la faptul empiric al constanței compoziției substanței, Dalton a stabilit că atomii uneia și aceleiași substanțe sînt identici, cu alte cuvinte particulele primare

Scanned with OKEN Scanner

ale tuturor corpurilor omogene sînt perfect identice. În sfîrșit, Dalton stabilește existența unei proprietăți esențiale a atomilor : *greutatea atomică.*

Noțiunea de greutate atomică constituie principala cucerire a atomisticii lui Dalton, punctul central al ipotezei sale. S-a stabilit că atomul are o caracteristică care poate fi exprimată cantitativ. Acest fapt a avut ulterior o însemnătate uriașă pentru demonstrarea experimentală a existenței reale a atomilor și pentru transformarea ipotezei atomiste într-o teorie științifică. S-a dovedit că atomii posedă proprietăți fizice și chimice absolut concrete, care au putut fi verificate empiric pe macrocorpuri. O dată cu introducerea noțiunii de greutate atomică începe etapa cea mai importantă în dezvoltarea doctrinei structurii atomiste a materiei.

PE CALEA DESCOPERIRII MOLECULEI

Lucrările chimistului francez Gay-Lussac au constituit un impuls spre descoperirea altei particule a substanței, deosebită calitativ de atom. Cercetînd în 1805 compoziția volumetrică a apei, Gay-Lussac a descoperit că un volum de oxigen se combină aproape exact cu două volume de hidrogen. Rezultatele numeroaselor lui experiențe ulterioare asupra gazelor au arătat că între volumele gazelor care intră în combinație sau rezultă în urma reacțiilor chimice există raporturi simple, exprimate prin numere întregi. Aceasta sugera ideea existenței unor legi în acest domeniu. Într-adevăr, un volum de hidrogen combinîndu-se cu un volum de clor dă două volume de acid clorhidric ; două volume de hidrogen combinîndu-se cu un volum de oxigen dau două volume de vapori de apă. Trei volume de hidrogen combinîndu-se cu un volum de azot dau două volume de amoniac ; prin urmare, un volum de clor, de oxigen și de azot se combină în aceeași succesiune cu un volum, două volume și trei volume de hidrogen. Totul avea loc la fel ca după

Scanned with OKEN Scanner

legea proporţiilor multiple : un atom al unui element se combină cu un atom, doi atomi, trei atomi ai unui alt element, formînd în fiecare caz un compus calitativ nou.

Acum apărea clar că proporţiile cantitative în care diverse substanţe intră în reacţie se pot exprima şi sub forma proporţiilor volumetrice. Putem presupune că, dacă în cadrul compuşilor chimici elementele se combină conform legii proporţiilor multiple şi dacă aceste proporţii reprezintă greutăţile relative ale celor mai mici particule ale corpurilor, atomii, atunci evident greutăţile relative ale volumelor gazelor care se combină exprimă exact greutăţile relative ale atomilor.

Această teză conţinea însă un aspect esenţial neclarificat ; într-adevăr, potrivit ei, un volum de hidrogen şi un volum de clor trebuiau să dea un volum de acid clorhidric, sau — trecînd la particule, la atomi — un atom de hidrogen şi un atom de clor trebuia să dea un atom de acid clorhidric, deoarece în atomul compus al acestui acid trebuie să existe cel puţin un atom de clor şi un atom de hidrogen. Faptele arătau însă că o unitate de acid clorhidric conţine jumătatea unităţii de hidrogen şi jumătatea unităţii de clor, sau — exprimînd aceasta în atomi — un atom de acid clorhidric constă dintr-o jumătate de atom de clor şi o jumătate de atom de hidrogen.

Apărea o contradicţie care nu putea fi soluţionată decît în două moduri : sau admiţînd posibilitatea divizării atomilor simpli în jumătăţi, renunţînd astfel la una dintre caracteristicile fundamentale ale atomului, indivizibilitatea lui, sau admiţînd că numărul total al particulelor care intervin în reacţie nu poate varia şi că, prin urmare, nu se poate trece direct de la proporţiile volumetrice la proporţiile dintre atomi.

Fiind un adept al indivizibilităţii atomilor, Dalton a ales calea dovedirii „neadevărului“ legii volumelor.

Scanned with OKEN Scanner

Talentatul fizician italian Avogadro a reuşit să rezolve această contradicţie, să arate eroarea lui Dalton şi să pună atomistica în concordanţă cu rezultatele experienţelor lui Gay-Lussac.

O NOUĂ PARTICULĂ A MATERIEI

În 1811 Avogadro a elaborat o imagine teoretică clară a conexiunii dintre proporţiile constante şi multiple (legea lui Dalton), pe de o parte, şi legea care guvernează combinarea volumelor elementelor în stare gazoasă (legea lui Gay-Lussac), pe de altă parte.

Experienţa lui Gay-Lussac i-a sugerat lui Avogadro ideea că există o relaţie simplă între volumele de gaz şi numărul particulelor simple sau compuse aflate în aceste volume. Volume egale de gaze diferite aflate la aceeaşi temperatură şi aceeaşi presiune cuprind totdeauna acelaşi număr de particule. Prin urmare, greutăţile relative ale volumelor egale trebuie să reprezinte greutăţile relative ale particulelor.

Analizînd compoziţia compuşilor gazoşi, Avogadro a descoperit că un volum de apă în stare de vapori constă dintr-un volum de hidrogen şi jumătatea unui volum de oxigen, adică — în cazul particulelor — o particulă de apă trebuie să fie compusă dintr-o particulă de hidrogen şi o jumătate de particulă de oxigen, iar o particulă de amoniac ar consta dintr-o particulă şi jumătate de hidrogen şi dintr-o jumătate de particulă de azot.

De aici urmează că materia conţinută în unitatea de volum a elementelor în stare gazoasă nu reprezintă cele mai simple particule ale gazelor existente în unii compuşi ai lor, deoarece particulele conţinute într-un volum de oxigen, azot, hidrogen, clor trebuie să se dividă în două cu prilejul formării particulelor existente într-un volum de vapori de apă, de amoniac şi de acid clorhidric.

Pentru a rezolva această dificultate, Avogadro a presupus existenţa unei particule compuse, molecula (în limba latină „masă mică"). Molecula constituie cea mai

Scanned with OKEN Scanner

mică particulă de substanță care posedă proprietățile chimice fundamentale ale acesteia și este capabilă să existe în mod independent. Molecula trebuie să fie compusă din cel puțin doi atomi. Avogadro a ajuns astfel la ideea existenței unei deosebiri calitative între atomi și molecule.

Chimia contemporană cunoaște diferite combinații de molecule. Moleculele substanțelor organice constau dintr-o dispunere complexă a mii și mii de atomi, fiecare atom avînd locul său precis. Există de asemenea și molecule ale elementelor, atomii unui element putîndu-se combina între ei. Avogadro a stabilit că atomii gazelor cunoscute pe atunci nu există niciodată în mod separat, ci se combină totdeauna doi cîte doi.

Delimitarea precisă a noțiunilor „atom" și „moleculă" — a căror definire confuză frînase dezvoltarea chimiei în decursul primelor șase decenii ale secolului al XIX-lea — a constituit un adevărat triumf al ipotezei atomomoleculare.

Convocat în mod special, congresul internațional al chimiștilor de la Karlsruhe (la care au participat și chimiștii ruși Mendeleev, Zinin ș.a.) a hotărît să se considere drept atom particula cea mai mică a elementului chimic, iar drept moleculă — o combinare a atomilor. Este remarcabil că congresul chimiștilor a adoptat concepția despre atomi și molecule formulată înainte cu 120 de ani de Lomonosov, care denumea atomul „element", molecula „corpuscul", elementul chimic „principiu".

Descoperirea unei trepte de divizibilitate a substanței deosebită de treapta atomului a fost un moment important în dezvoltarea teoriei structurii discontinue a materiei. Deosebirea dintre specificul calitativ al fenomenelor și legilor proprii atomilor și specificul calitativ al fenomenelor și legilor proprii moleculelor a fost marcată precis. Fenomenele termice, luminoase, electromagnetice au

Scanned with OKEN Scanner

început să fie legate de molecule, iar transformările chimice — de atomi. În principiu nu mai era exclusă posibilitatea existenţei altor particule discrete.

IMPORTANTELE CONSECINŢE ALE LEGII LUI AVOGADRO

Aşadar, formularea definitivă a legii lui Avogadro este următoarea : la aceeaşi temperatură şi la aceeaşi presiune, volume egale de diverşi vapori şi gaze conţin un număr egal de molecule.

S-a deschis calea determinării destul de simple a maselor relative ale moleculelor compuşilor care pot fi obţinuţi în stare gazoasă, deoarece raportul dintre masele gazelor este identic cu raportul densităţilor lor la temperatură şi presiune egală. Această primă concluzie a legii lui Avogadro poate fi formulată astfel : raportul maselor unuia şi aceluiaşi număr de molecule ale diferitelor gaze este egal cu raportul densităţilor lor. De aici putem afla direct de cîte ori molecula unui gaz este mai grea sau mai uşoară decît molecula altui gaz. Această greutate relativă a moleculei se numeşte *masă moleculară a gazului.* Datorită acestei consecinţe, molecula s-a transformat dintr-o reprezentare abstractă într-o noţiune ştiinţifică cu un conţinut concret, care are anumite proprietăţi reale, printre care masa.

A doua concluzie a legii lui Avogadro decurge din analiza reacţiilor citate mai sus, în care intră oxigenul, hidrogenul, clorul şi azotul. Ea arată că nici o moleculă a produselor obţinute nu conţine mai puţin ca jumătate de moleculă. Semimolecula este acea cîtime a elementelor chimice care nu se schimbă în reacţiile chimice, adică atomul. Aşadar, cunoscînd numărul semimoleculelor dintr-o moleculă a produsului reacţiei, implicit ne devine cunoscut şi numărul atomilor pe care îi cuprinde. Molecula acidului clorhidric este alcătuită, prin urmare, dintr-un atom de hidrogen şi un atom de clor ; molecula amoniacului — dintr-un atom de azot şi trei atomi de hidrogen.

Scanned with OKEN Scanner

A doua consecință a legii lui Avogadro ne permite deci să deducem compoziția atomică a moleculei.

Cea de-a treia concluzie decurge nemijlocit din cea precedentă. Astfel, dacă cunoaștem masa atomică a moleculei unui compus chimic gazos, precum și compoziția lui procentuală, putem calcula, aplicînd legea proporțiilor multiple, masa atomică relativă a elementelor din care este alcătuit respectivul compus chimic. Această concluzie deschide calea determinării maselor atomice.

Avogadro a făcut din molecula compusului chimic unitatea fundamentală a chimiei. Ea este cantitatea minimă a unei substanțe simple sau compuse care intră într-o interacțiune chimică. Avogadro a arătat că gazele sînt compuse din molecule, nu din atomi liberi, cum considera Dalton, și că reacțiile chimice între gaze încep cu descompunerea moleculelor în atomi, care se combină apoi în molecule noi. Astfel s-a deschis calea spre elaborarea formulelor chimice ale substanțelor.

FORMULELE COMPUȘILOR CHIMICI

Marele chimist suedez Berzelius a determinat, cu o mare precizie, masa atomică a numeroase substanțe și a creat notația convențională a atomilor diferitelor elemente. Ca simboluri au fost folosite literele inițiale ale denumirilor lor latine. Cunoscînd acum compoziția moleculei, era ușor să se deducă formula ei, care reprezintă formula compusului chimic, molecula exprimînd compoziția, structura și toate proprietățile acestuia. Numărul atomilor conținuți într-o moleculă este precizat printr-o cifră situată la dreapta simbolului jos ; numerele sînt întotdeauna întregi, atomii fiind indivizibili din punct de vedere chimic ; unitatea, de obicei, nu se scrie. Astfel, formula prescurtată sau brută (se dă numai numărul total al atomilor fiecărui element) a sării de bucătărie va fi $NaCl$, a acidului sulfuric H_2SO_4, a acidului acetic $C_2H_4O_2$, a alcoolului metilic CH_4O etc.

O dată cu introducerea formulelor chimice, transformările chimice au început să fie legate de reprezentări intuitive. Formulele arătau nu numai numărul atomilor dintr-un anumit element în cadrul moleculei substanței, ci descriau totodată ordinea și dispunerea lor. În asemenea formule chimice dezvoltate sau raționale se indică atomii, grupurile de atomi sau moleculele, caracteristice compusului sau grupului respectiv de compuși. De exemplu, formula rațională a acidului acetic CH_3COOH și cea a al-

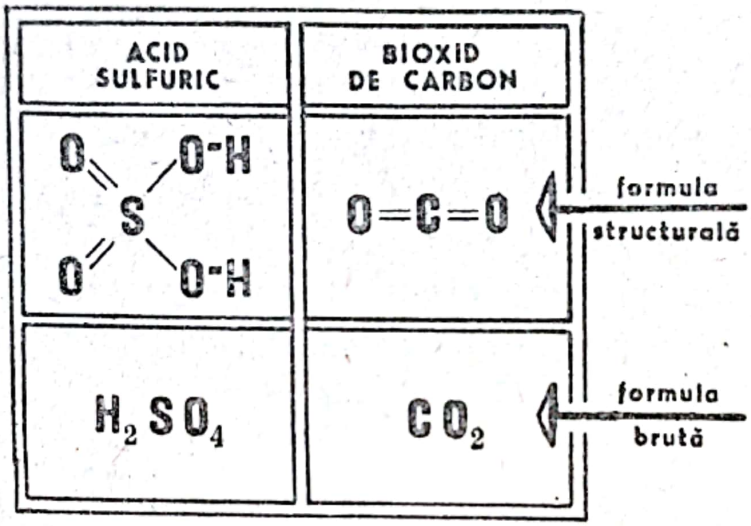


Fig. 7

coolului metilic CH_3OH, spre deosebire de formula lor brută, arată că un atom de hidrogen are un caracter specific ; în primul caz, el intră în componența așa-numitului grup carboxilic — COOH, caracteristic acizilor organici, iar în al doilea caz — în grupul hidroxilic — OH, caracteristic alcoolilor.

Aici se arată clar structura substanței, ordinea combinării atomilor în moleculă și distribuția legăturilor dintre atomi.

Cu ajutorul formulelor chimice au putut fi calculate masele moleculare ale substanțelor, stabilite ecuațiile reacțiilor chimice, efectuate calculele cantitative care stau la baza diferitor procese tehnologice. S-a dovedit posibil să se determine structura compușilor pornind de la pro-

Scanned with OKEN Scanner

prietăţile lor specifice, şi invers, să se explice proprietăţile substanţei pe baza structurii acesteia. Astfel, în 1870, chimistul german Kekulé a explicat o proprietate deosebită a benzenului. Pornind de la structura lui, el a presupus că cei şase atomi de carbon din molecula benzenului sînt dispuşi în formă de hexagon şi a indicat astfel formula structurală a benzenului. Numeroase experienţe au confirmat că această ipoteză corespunde realităţii.

CHIMIA COMPUŞILOR CARBONULUI

Cunoaşterea ulterioară a structurii şi legilor substanţei, confirmarea ipotezei atomiste ca teorie ştiinţifică sînt legate de dezvoltarea chimiei organice — chimia compuşilor carbonului. Această ştiinţă îşi are izvoarele în timpuri străvechi. Cu mult înaintea erei noastre, fenicienii cunoşteau şi foloseau coloranţi naturali: indigoul, alizarina, obţineau oţet din vin. În evul mediu, prin distilarea lemnului se obţinea acid acetic, alcool metilic, iar din plante erau extrase uleiuri eterice aromatice.

Lavoisier a elaborat pentru prima oară metodele determinării compoziţiei compuşilor organici. S-a stabilit că în compoziţia substanţelor de origine vegetală intră carbonul, hidrogenul şi oxigenul, iar în compoziţia substanţelor de origine animală mai intervin azotul şi, uneori, sulful şi fosforul.

La începutul secolului al XIX-lea, sprijinindu-se pe rezultatul a nenumărate analize, Berzelius a stabilit că legea proporţiilor multiple acţionează şi în domeniul substanţelor de origine organică. Tot el a introdus termenul „compuşii organici“ şi a stabilit primele lor formule. Totodată însă Berzelius afirma că în natura vie elementele ar fi guvernate de alte legi decît acelea din natura nevie. Compuşii chimici care intră în constituţia organismelor animale şi vegetale s-ar putea forma numai sub influenţa unei „forţe vitale“ speciale. După caracterizarea lui Berzelius, „acest ceva, denumit forţă

Scanned with OKEN Scanner

vitală, se află complet în afara elementelor organice și nu reprezintă una dintre proprietățile lor inițiale, ca masa, impenetrabilitatea, polaritatea electrică etc.; noi nu știm ce reprezintă ea, unde este începutul și unde sfîrșitul ei". Această idee mistică a fost pusă la baza vitalismului, doctrină reacționară, idealistă în biologie. Sinteza din substanțe anorganice a unui compus organic, ureea, realizată de către chimistul german Wöhler în 1828, a semănat primele îndoieli asupra existenței unei misterioase „forțe vitale".

Ulterior chimia organică s-a dezvoltat într-un ritm rapid. Chimia acumulase, încă la începutul secolului al XIX-lea, un vast material empiric, dar acest material era foarte disparat, neunificat de vreo teorie. Într-o scrisoare adresată lui Berzelius, Wöhler a descris foarte sugestiv situația existentă pe atunci în chimia compușilor carbonici. „În prezent, chimia organică poate înnebuni pe oricine. Ea îmi apare ca un codru adînc, plin de lucruri minunate, un desiș uriaș fără ieșire, fără capăt, în care ți-e teamă să pătrunzi".

Berzelius încearcă să sistematizeze și să interpreteze materialul acumulat și elaborează teoria radicalilor. La baza ei a fost pusă proprietatea anumitor grupuri de atomi — radicalii — de a rămîne neschimbați în cadrul reacțiilor, ca și elementele din chimia anorganică. Dar cu toate că s-au obținut unele rezultate pozitive, teoria radicalilor nu a rezolvat sarcina complexă pe care și-o asumase Berzelius. S-a dovedit că într-o serie de reacții de înlocuire a unui radical cu altul, caracterul chimic al compusului în ansamblul lui nu se schimbă.

Chimistul francez Gerhardt a renunțat la tentativa de a clasifica combinațiile organice pe baza compoziției lor și a caracterului legăturii. El a luat ca bază cîteva tipuri fundamentale de compuși organici și, prin analogie, a încercat să-i sistematizeze pe toți ceilalți. Într-o serie de cazuri, acest procedeu a dus însă la o confuzie de

Scanned with OKEN Scanner

nedescris. Astfel, el a trebuit să încadreze eterul în tipul apei, iar unii compuși chimici, conform acestei clasificări, aparţineau simultan cîtorva tipuri.

TEORIA STRUCTURII A LUI BUTLEROV

Apariţia la mijlocul secolului al XIX-lea a marii industrii chimice, a industriei parfumurilor şi coloranţilor, a chimiei farmaceutice a pus în faţa chimiştilor sarcina de a obţine, prin sinteză, produsele şi semifabricatele industriale necesare. Realizarea practică a acestui obiectiv era însă împiedicată de lipsa unei teorii cu adevărat ştiinţifice despre structura compuşilor organici, teorie pe baza căreia chimiştii să se poată orienta în noianul datelor empirice şi să efectueze sinteza substanţelor nu la întîmplare, ci pe baza unui plan precis.

În deceniul al 7-lea al secolului al XIX-lea, Butlerov, sprijinindu-se pe un vast material experimental, creează teoria structurii compuşilor chimici. Bazată pe principii cu totul noi, teoria lui Butlerov admite integritatea particulei de substanţă, dezvăluie ordinea şi modul de alcătuire a particulei din diferiţi atomi. Problema fiind pusă în acest mod, este absolut firesc că teoria lui Butlerov a avut ca fundament general-teoretic ideea structurii discontinue a substanţei, adică atomistica.

Teoria lui Butlerov nu s-a oprit însă la simpla recunoaştere a structurii chimice a substanţei, ci a constituit un pas înainte în afirmarea şi în dezvoltarea teoriei atomomoleculare. Ideea dependenţei proprietăţilor substanţei de calitatea şi de cantitatea atomilor din molecule a fost completată de Butlerov cu ideea dependenţei proprietăţilor de ordinea combinării reciproce a atomilor. Dacă la Lomonosov ideea că tocmai combinarea diferită a atomilor în cadrul moleculei determină diversitatea corpurilor nu era decît o simplă ipoteză, Butlerov, după mai bine de un secol, a confirmat experimental această ipoteză, ridicînd-o la rangul de teorie ştiinţifică. Teza

Scanned with OKEN Scanner

fundamentală a teoriei structurii este următoarea: proprietăţile substanţelor depind de structura lor chimică, adică de ordinea combinării reciproce a atomilor. După Butlerov, formulele chimice trebuie să înfăţişeze această structură.

Întrucît fiecare compus chimic posedă anumite proprietăţi specifice, el este caracterizat printr-o ordine aparte a atomilor în cadrul particulei. Conform teoriei lui Butlerov, de aici rezultă că fiecare compus chimic poate avea o singură formulă structurală, care defineşte succesiunea legăturilor chimice între atomi şi corespunde proprietăţilor chimice ale compusului.

Spre deosebire de Dalton, Butlerov admite existenţa unor trepte calitative diferite de divizibilitate sau discontinuitate a materiei — atomul şi molecula —, ceea ce decurge nu numai din teoria structurii, care de fapt poate fi numită teoria structurii moleculei, ci şi din însăşi definiţia dată de el acestor particule. Butlerov scrie: „Noţiunea de atom — mărimea indivizibilă din punct de vedere chimic — şi noţiunea de particulă — mărime indivizibilă din punct de vedere fizic, dar divizibilă din punct de vedere chimic — trebuie să fie strict delimitate una de alta".

Printr-o serie de strălucite lucrări experimentale, Butlerov a demonstrat, pas cu pas, nu numai aplicabilitatea teoriei structurii la diferite clase de compuşi organici, ci şi justeţea principială a tezelor ei fundamentale.

DEZVĂLUIREA NATURII IZOMERILOR

Acum devenea inteligibil fenomenul izomeriei, faptul că substanţe care prezintă proprietăţi chimice diferite au aceeaşi compoziţie, stabilită prin analiză, precum şi aceeaşi formulă empirică. Călăuzindu-se după propria sa teorie a structurii, Butlerov nu numai că a explicat fenomenul izomeriei, ci a şi calculat teoretic numărul posibil de izomeri ai compusu-

Scanned with OKEN Scanner

lui respectiv, descoperind ulterior în mod experimental numeroşi izomeri.

Butlerov consideră izomeria în primul rînd ca o consecinţă a structurii moleculelor. „Noţiunea de structură chimică, care se sprijină foarte ferm pe fapte, ne duce aici apriori la admiterea posibilităţii existenţei unor substanţe care prezintă exact aceeaşi compoziţie şi mărime a particulelor şi care, totuşi, sînt complet diferite, deoarece au o structură chimică deosebită. Acesta este cazul a aşa-numitei *izomerii* în genere, sau, în particular, cazul *metameriei*. Evident că principiul structurii chimice, care indică dinainte pînă şi caracterul chimic al izomerilor, trebuie considerat ca fiind capabil să explice pe deplin fenomenele obişnuite ale izomeriei compuşilor complecşi".

Butlerov înţelegea, desigur, că o teorie cu adevărat ştiinţifică trebuie nu numai să explice satisfăcător faptele existente, ci să şi prevadă fapte noi. Butlerov a întreprins o asemenea verificare a teoriei sale. El prevedea mai întîi existenţa izomerilor, iar apoi îi sintetiza. Analizînd ordinea combinării atomilor în moleculele de hidrocarburi, Butlerov a observat că, începînd cu butanul, ea poate diferi. Conform teoriei structurii rezulta că trebuie să existe doi butani, deoarece patru atomi de carbon se pot grupa în moleculă în două feluri.

În 1866 Butlerov a sintetizat într-adevăr a doua substanţă care prezenta compoziţia empirică a butanului, C_4H_{10}, dar avea alte proprietăţi chimice. Spre deosebire de butan, acest izomer al său a fost denumit de Butlerov izobutan.

LEGĂTURA DINTRE CHIMIA ORGANICĂ ŞI CHIMIA ANORGANICĂ

Butlerov a fost primul om de ştiinţă care a aplicat în domeniul chimiei ipoteza atomistă în toată amploarea şi complexitatea ei, în legătura internă a părţilor sale componente.

Scanned with OKEN Scanner

Butlerov nu a fost un empirist îngust şi un sclav al faptelor; el analiza fiecare fenomen în chimie prin prisma concepţiei generale atomomoleculare. De exemplu, în epoca lui Dalton se considera că legile stoichiometrice sînt valabile numai în chimia anorganică; aplicabilitatea lor în cazul compuşilor organici nu fusese încă demonstrată. Atunci însă cînd chimia organică a început să se dezvolte şi au fost acumulate tot mai multe cunoştinţe disparate despre substanţele organice, „consecinţa firească a acestui fapt — scrie Butlerov — a fost că legile descoperite în chimia anorganică au fost aplicate la chimia organică".

Mai mult, la jumătatea secolului al XIX-lea nu se mai punea doar problema extinderii legilor descoperite în domeniul chimiei anorganice asupra compuşilor organici, ci şi problema inversă a extinderii legilor descoperite în domeniul chimiei organice asupra compuşilor anorganici. Un mare merit în această privinţă revine şi lui Butlerov personal, care, elaborînd teoria structurii chimice a compuşilor organici, a dat o fundamentare teoretică comună chimiei organice şi chimiei anorganice — cele două ramuri de bază ale chimiei, care pînă atunci fuseseră separate în mod metafizic. Butlerov a contribuit astfel la stabilirea unor legi chimice unice.

Pentru prima oară, chimia a respins ficţiunea „forţei vitale", a rupturii absolute, de netrecut, dintre lumea organică şi cea anorganică. Materia „însufleţită" şi materia „neînsufleţită" s-au dovedit a fi doar două trepte pe calea trecerii de la simplu la complex.

MAREA DESCOPERIRE A LUI MENDELEEV

Perioada chimiei atomiste, care a început la mijlocul secolului al XVIII-lea, se încheie în mod strălucit la sfîrşitul secolului al XIX-lea prin descoperirea de către Mendeleev a sistemului periodic al elementelor. Pentru crearea lui existau deja toate premisele obiective. Adevărul ipotezei atomice fu-

Scanned with OKEN Scanner

sese confirmat în măsură suficientă, în chimie se încetăţeniseră noţiunile de atom şi de moleculă ; pe baza ipotezei atomice au fost descoperite legile fundamentale ale formării din elemente a substanţelor chimice compuse.

Către a doua jumătate a secolului al XIX-lea, chimia cunoştea peste 60 de elemente, descrisese proprietăţile lor şi determinase deja, mai mult sau mai puţin exact, masele lor atomice. Sistematizarea materialului adunat devenise o necesitate imperioasă. Primele încercări de clasificare s-au bazat pe proprietăţile fizice şi chimice cele mai evidente (de exemplu împărţirea în metale şi metaloizi), pe separarea unor grupuri sau şiruri de elemente asemănătoare. Dar toţi predecesorii lui Mendeleev se limitaseră la scopul îngust al unei clasificări comode a elementelor şi nici unul nu sesizase în spatele unor legităţi izolate legea generală, fundamentală. Pînă la Mendeleev elementele în ansamblu apăreau ca un conglomerat pur întîmplător de substanţe fără nici o legătură între ele.

Înainte de toate, Mendeleev a definit clar noţiunea de „element", a delimitat-o de „corpul simplu" şi — lucrul cel mai important — a legat-o de teoria atomică. „Corpul simplu este ceva material — scria el —, metal sau nemetal, înzestrat cu proprietăţi fizice şi activitate chimică. Noţiunii de corp simplu îi corespunde molecula, care se compune din atomi... În opoziţie cu aceasta trebuie să fie numite elemente acele părţi componente ale corpurilor simple şi complexe care condiţionează raportul lor fizic şi chimic. Elementului îi corespunde noţiunea de atom. Astfel, carbonul este un element, dar cărbunele, grafitul, diamantul reprezintă corpuri simple". Prin urmare, corpul simplu este format din molecule alcătuite din atomi identici din punct de vedere chimic, iar elementul chimic este format din atomi şi are o greutate atomică proprie. Dar, conform structurii

Scanned with OKEN Scanner

și tuturor datelor empirice existente, proprietățile chimice ale compușilor depind de proprietățile elementelor din care sînt alcătuiți.

Care este însă proprietatea fundamentală a atomilor elementelor, proprietatea care determină toate celelalte proprietăți ale atomului și, prin urmare, ale elementului, permițîndu-ne să deosebim între ei atomii diferitelor elemente? Cercetările au arătat că această proprietate principală, determinantă este *greutatea atomică* a elementului.

Ideea că greutatea atomică a elementului este proprietatea sa determinantă a fost formulată, într-o formă foarte generală, și înainte de Mendeleev. Dar abia Mendeleev, pe baza studierii amănunțite a imensului material teoretic și empiric anterior, stabilește, în sfîrșit, caracterul dependenței proprietăților chimice ale elementului de greutatea lui atomică.

La 6 martie 1869, la ședința Societății chimice ruse, N.A.Menșutkin (D.I.Mendeleev era bolnav) a expus comunicarea despre noul sistem al elementelor. La sfîrșitul acestei comunicări, care a făcut senzație și a fost publicată ulterior în revista societății, se spunea:

„1. Elementele dispuse în ordinea greutății lor atomice prezintă o *periodicitate* evidentă a proprietăților.

2. Elementele asemănătoare din punct de vedere chimic au o greutate atomică apropiată (cum este cazul pentru Pt, Ir, Os) sau o greutate atomică care crește succesiv și uniform (cum este cazul pentru K, Rb, Cs).

3. Mărimea greutății atomice determină caracterul elementului...

4. E de așteptat să se descopere numeroase corpuri simple necunoscute încă, asemănătoare de exemplu cu Al și Si.

5. Mărimea greutății atomice a unui element poate fi precizată cîteodată, cunoscînd analogii lui...

Scanned with OKEN Scanner

6. Unii *analogi* ai elementelor sînt descoperiţi după mărimea greutăţii lor atomice".

Ceea ce uimeşte îndeosebi este îndrăzneala cu care erau descrise proprietăţile concrete ale elementelor încă nedescoperite. Aceasta părea ceva aproape de necrezut, ceva aflat la hotarul fantasticului. Viitorul a confirmat însă în mod strălucit acest exemplu uimitor al perspicacităţii umane. Mendeleev a definit în modul următor esenţa legii periodicităţii pe care a descoperit-o : „*Proprietăţile corpurilor simple, ca şi formele şi proprietăţile compuşilor elementelor, depind în mod periodic* (sau, în limbaj algebric, sînt funcţie periodică) *de mărimea greutăţii atomice a elementelor*".

Astfel a fost stabilită dependenţa legică între laturile cantitative şi laturile calitative ale elementelor chimice, între greutatea atomică a elementelor, proprietăţile elementelor şi proprietăţile compuşilor chimici daţi de elemente. Legea periodicităţii a devenit una dintre legile fundamentale ale ştiinţelor naturii (ale chimiei), legi care stau la baza teoriei moderne a structurii materiei. Descoperirea ei însemna, în esenţă, generalizarea teoretică a întregii atomistici din secolul al XIX-lea.

IPOTEZA DEVINE LEGE

Iniţial Mendeleev considera descoperirea sa o ipoteză. Înţelegînd că o lege este considerată ipoteză atît timp cît nu a fost verificată, el scria : „Confirmarea legii este posibilă numai dacă deducem din această lege concluzii care altfel ar fi imposibile şi neaşteptate, precum şi dacă probăm aceste concluzii, verificîndu-le experimental. De aceea, sesizînd legea periodicităţii, eu însumi (în anii 1869-1871) am dedus din ea concluzii logice care puteau dovedi dacă ea este sau nu adevărată".

Printre aceste concluzii se numără : precizarea de către Mendeleev a valorii greutăţii atomice a nouă ele-

Scanned with OKEN Scanner

mente puţin cercetate (din cele 64 cunoscute pe atunci), în conformitate cu locul ocupat în sistemul periodic; prevederea existenţei unor elemente încă nedescoperite, însoţită de descrierea proprietăţilor lor, elementele respective urmînd să-şi ocupe locul în căsuţele rămase neocupate după ce Mendeleev a dispus în tabel, conform legii periodicităţii, toate elementele cunoscute; în sfîrşit, prevederea modului în care pot fi descoperite anumite elemente necunoscute încă. Astfel, în privinţa ekaaluminiului, a cărui existenţă a prevăzut-o, Mendeleev a făcut următoarea presupunere: „Acest metal va fi mai volatil ca aluminiul, şi de aceea putem spera că va fi descoperit prin analiză spectrală". Şi, într-adevăr, în 1875, fără să cunoască lucrările lui Mendeleev, chimistul francez Lecoq de Boisbaudran a descoperit cu ajutorul analizei spectrale, în blenda de zinc galiul, elementul care corespunde ekaaluminiului prevăzut de Mendeleev.

„Consider că este de prisos să mai insistăm asupra însemnătăţii uriaşe a confirmării concepţiilor teoretice ale domnului Mendeleev privitoare la densitatea galiului", scria însuşi Lecoq de Boisbaudran. În 1880, suedezul Nilson a descoperit ekaborul prevăzut de Mendeleev, element pe care Nilson l-a denumit scandiu în cinstea ţării sale. „Prin urmare, nu există nici o îndoială că în *scandiu* a fost descoperit ekaborul... — anunţa el plin de entuziasm. — În felul acesta sînt confirmate cît se poate de clar ideile chimistului rus, idei care nu numai că au permis să se prevadă existenţa sus-numitului corp simplu, ci au făcut şi posibilă enumerarea prealabilă a proprietăţilor lui principale". În sfîrşit, savantul german Winkler descoperă în 1886 un al treilea element descris de Mendeleev — ekasiliciul — şi îl denumeşte germaniu.

Mendeleev a primit cu bucurie vestea acestor descoperiri, care au confirmat, cu o precizie excepţională, pre-

Scanned with OKEN Scanner

viziunile lui ; el spunea că de Boisbaudran, Nilson şi Winkler au consolidat legea periodicităţii. Aproape toate previziunile teoretice formulate de Mendeleev pe baza legii periodicităţii au fost verificate în practică încă în timpul vieţii acestuia. Legea periodicităţii a fost astfel confirmată ca o lege obiectivă a naturii.

Mendeleev a fost ferm convins că timpul nu ameninţă să distrugă legea descoperită de el, ci, dimpotrivă, va consolida şi dezvolta această lege. Fizica atomică şi chimia modernă nu numai că nu au înlăturat sistemul periodic, ci, dimpotrivă, l-au dezvoltat şi mai mult, au dezvăluit mai profund conţinutul lui, au răspuns la problemele care nu fuseseră încă elucidate. Toate elementele au rămas acolo unde le-a situat Mendeleev, iar elementele radioactive (transuranice), nou descoperite, au fost dispuse în locurile rezervate lor.

CONFIRMAREA ATOMISTICII CA TEORIE ŞTIINŢIFICĂ

Engels a dat o înaltă apreciere descoperirii lui Mendeleev. „Mendeleev — scria el —, aplicînd fără să ştie legea hegeliană a trecerii cantităţii în calitate, a săvîrşit pe tărîmul ştiinţei o faptă măreaţă, care poate să stea cu îndrăzneală alături de descoperirea lui de Leverrier, care a calculat orbita unei planete încă necunoscute — Neptun". Izbînda ştiinţifică a lui Mendeleev, după părerea lui Engels, consta în previziunile teoretice îndrăzneţe făcute de el pe baza legii periodicităţii. Ele au dat cheia verificării experimentale a legii, trasînd pentru mulţi ani calea dezvoltării chimiei.

Legea periodicităţii a dezvăluit legătura dialectică dintre elementele chimice, arătînd că ele sînt trepte deosebite în dezvoltarea materiei şi constituie unităţi de contrarii. În aceasta constă însemnătatea filozofică profundă a descoperirii lui Mendeleev.

Scanned with OKEN Scanner

Întrucît legea periodicităţii se baza pe recunoaşterea realităţii atomilor şi a proprietăţilor lor (de exemplu a greutăţii atomice), ea a confirmat realitatea şi cognoscibilitatea atomilor înşişi, precum şi a proprietăţilor lor. În felul acesta, ipoteza atomistă, care a stat la baza legii periodicităţii şi a teoriei structurii, a fost demonstrată în practică împreună cu acestea din urmă, transformîndu-se într-o teorie ştiinţifică directoare.

Îndelungata etapă istorică în dezvoltarea atomisticii, inaugurată de grecii antici şi bazată pe noţiunea de atom indivizibil, imuabil, care posedă masă, s-a încheiat prin descoperirea legii periodicităţii elementelor chimice. De la presupuneri intuitive şi ipoteze la o teorie şi o lege ştiinţifică — iată drumul străbătut de teoria atomistă, care stă la baza concepţiei contemporane despre structura materiei.

Spre sfîrşitul secolului al XIX-lea, ideea că materia este constituită din atomi calitativi deosebiţi, dar indivizibili şi imuabili, părea definitiv instaurată, era unanim acceptată de toţi şi nu provoca aproape nici o îndoială. Puţini se gîndeau la faptul că omul se afla de-abia în pragul cunoaşterii tainelor materiei.

PĂTRUNDEREA ÎN ADÎNCUL ATOMULUI ŞI REVOLUŢIA DIN ŞTIINŢELE NATURII

În istoria cunoaşterii materiei, pe primul plan apare cînd o ştiinţă, cînd alta. În secolele XVIII—XIX, rolul conducător l-a avut chimia. Ea studia transformările substanţelor, adică formarea unor molecule din alte molecule prin asocierea şi disocierea sau regruparea şi schimbarea legăturilor atomilor componenţi. Pătrunderea în interiorul atomului, studierea unor obiecte şi fenomene materiale calitativ deosebite, prezentînd legi specifice,

Scanned with OKEN Scanner

depăşea posibilităţile chimiei. De aceea secolul al XX-lea este legat de apariţia şi dezvoltarea furtunoasă a unei ştiinţe cu totul noi, fizica atomică.

ESTE DIVIZIBIL ATOMUL ?

Descoperirea legii periodicităţii elementelor a ridicat imediat problema structurii atomului. Repetarea periodică a proprietăţilor atomilor o dată cu creşterea greutăţii atomice sugera ideea complexităţii atomilor, ideea repetării unor trăsături analoge în structura lor. Nedispunînd de date experimentale, Mendeleev nu a putut afirma ceva concret despre structura atomului, dar el admitea ca posibilă o complexitate a acestei particule. „Este uşor de presupus — scria el —, dar încă nu putem dovedi, şi poate că aceasta este cu totul eronat sau, în orice caz, mai este foarte îndoielnic, că atomii compuşilor simpli reprezintă entităţi complexe, formate prin combinarea unor părţi şi mai mici (părţi ultime), că ceea ce noi denumim indivizibil (atom) este indivizibil doar prin forţe chimice obişnuite, cum în condiţii obişnuite particulele sînt indivizibile cu ajutorul forţelor fizice ; dar, în ciuda caracterului şubred şi arbitrar al unei asemenea ipoteze, mintea care cunoaşte chimia înclină involuntar s-o accepte. Iată de ce această doctrină se repetă în forme diferite de mult timp, iar dependenţa periodică a proprietăţilor de pondere, dependenţă pusă în evidenţă de mine, confirmă probabil acest presentiment, dacă ne putem exprima astfel, atît de caracteristic chimiştilor".

Fondatorul teoriei structurii compuşilor organici, A. M. Butlerov, considera că atomii nu sînt indivizibili prin natura lor, ci sînt indivizibili numai prin mijloacele care ne sînt accesibile. El şi-a exprimat convingerea fermă că în procese noi, care vor fi descoperite ulterior, atomii pot fi divizaţi.

Cu mult înaintea obţinerii unor date experimentale corespunzătoare în chimie şi fizică, Engels a enunţat şi

Scanned with OKEN Scanner

el ideea divizibilității și structurii complexe a atomului. Pornind de la teza materialismului dialectic cu privire la existența formelor calitativ deosebite de mișcare a materiei și definind atomul ca o treaptă calitativ specifică a discontinuității materiei în mișcare, Engels scria că „atomii nu sînt considerați nicidecum drept simpli sau în genere drept cele mai mici particule de substanță cunoscute". Importantele descoperiri experimentale făcute curînd după aceea în domeniul fizicii și chimiei au oferit dovezi incontestabile ale justeței acestei idei.

RAXELE X

Studiind fenomenul luminescenței care apare cu prilejul trecerii curentului electric printr-un gaz rarefiat, fizicianul german Roentgen a descoperit, în 1895, razele care au căpătat ulterior numele său. Ele posedau proprietăți neobișnuite: pătrundeau prin obiecte opace la lumina obișnuită (țesături, lemn, carne), impresionau (înnegreau) plăcile fotografice împachetate într-un ambalaj care nu lăsa să treacă lumina. Aceste raze erau reținute numai de către plăcile de plumb.

Mai departe s-a constatat că, sub acțiunea razelor Roentgen, unele substanțe chimice devin luminescente (fluorescente) în întuneric. Acest fenomen i-a sugerat fizicianului și matematicianului francez Henri Poincaré ideea că emisiunea razelor X este întotdeauna însoțită de fenomenul fluorescenței. Razele Roentgen au fost un impuls pentru descoperirea unui alt fenomen, care nu are nimic comun cu primul, dar care a jucat un rol imens în cunoașterea ulterioară a structurii materiei.

„CAZUL BECQUEREL"

Savantul francez Becquerel s-a ocupat timp îndelungat de studierea substanțelor luminescente. El s-a decis să verifice ipoteza lui Poincaré și a început să caute o radiație a corpurilor luminescente analogă razelor Roentgen. Becquerel a studiat acțiunea diferitelor substanțe lumi-

Scanned with OKEN Scanner

nescente asupra plăcii fotografice învelite într-un ambalaj impenetrabil pentru lumina vizibilă.

O întîmplare neprevăzută a fost cauza unei descoperiri uimitoare. Timp de mai multe zile, în februarie 1896, Becquerel aştepta zadarnic Soarele şi nu putea să-şi continue experienţele. Placa fotografică pregătită şi împachetată era închisă într-un dulap. Pe placă se aflau mici cristale ale sării de uraniu, cu care trebuia efectuată

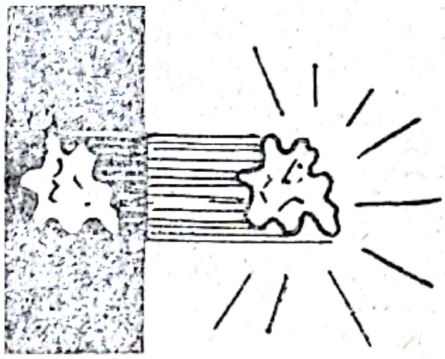


Fig. 8

experienţa. Peste o săptămînă Soarele încă nu apăruse şi Becquerel, pierzîndu-şi răbdarea, a scos placa şi a developat-o. El a fost zguduit de cele văzute. Sarea de uraniu se întipărise pe placă mai pronunţat şi clar ca oricînd. Dar sarea nu fusese expusă radiaţiilor solare. Nu exista decît o singură posibilitate : sarea de uraniu emitea ea însăşi raze. Aşadar, aceste raze nu au nimic de-a face cu luminescenţa, au alte proprietăţi decît razele Roentgen şi cer o nouă explicaţie. Ele reprezintă deci raze noi, pînă atunci necunoscute. Cercetările au arătat că ele sînt emise în condiţiile naturale cele mai variate, în mod spontan, intensitatea emisiunii depinzînd direct de conţinutul în uraniu al sărurilor. A devenit limpede că s-a descoperit o substanţă emiţătoare de radiaţii.

De atunci începe a doua mare etapă în cercetarea materiei. Uşa spre adîncurile încă inaccesibile ale atomului a fost întredeschisă.

Scanned with OKEN Scanner

Anii care au urmat imediat după descoperirea lui Becquerel au adus multe alte evenimente importante. Surprizele se ţineau lanţ. Niciodată pînă atunci ştiinţa nu se dezvoltase într-un ritm atît de rapid.

În 1898 fizicianul francez Pierre Curie şi soţia lui, Maria Skłodovska-Curie, continuînd cercetările lui Becquerel, au constatat că nu numai uraniul emite noile raze. Există şi alte elemente care emit radiaţii. Această capacitate a fost denumită de Maria Curie *radioactivitate*. Cu totul remarcabil în această privinţă s-a dovedit un element chimic necunoscut înainte, pe care soţii Curie l-au denumit radiu. Tot ei au descoperit încă un element radioactiv, poloniul.

Pentru descoperirea radioactivităţii, Becquerel împreună cu Pierre şi Maria Curie au primit în 1903 premiul Nobel. Ulterior, alţi cercetători au descoperit noi substanţe radioactive. Este remarcabil faptul că fiecare dintre elementele descoperite şi-a găsit în sistemul periodic locul atribuit de Mendeleev. În felul acesta, caracterul obiectiv şi justeţea legii periodicităţii au fost demonstrate încă o dată.

Proprietăţile radiului au fost cercetate minuţios. S-a constatat că radioactivitatea lui este de milioane de ori mai mare ca cea a uraniului. Compuşii radiului şi numeroase substanţe asupra cărora cad razele lui lucesc în întuneric. Pe lîngă acţiunea exercitată asupra plăcii fotografice învelite în hîrtie neagră compactă, radiaţiile radiului sînt capabile să provoace multe alte reacţii chimice. Astfel, sub acţiunea razelor radiului, amoniacul se descompune în hidrogen şi azot, acidul clorhidric în clor şi hidrogen, iar oxigenul se transformă în ozon.

Radiul este activ din punct de vedere biologic: el distruge ţesuturile organismului animal, omoară bacteriile; sub acţiunea razelor lui îngălbenesc şi se usucă frunzele plantelor. S-a constatat însă că proprietatea cea

Scanned with OKEN Scanner

mai uimitoare a radiului este capacitatea lui de a degaja căldură, şi anume o cantitate absolut constantă în unitatea de timp. Astfel, ca rezultat al procesului dezintegrării radioactive, un gram de radiu degajă în curs de o oră circa 140 de calorii. Observaţiile neîntrerupte efectuate vreme de mai mulţi ani au arătat invariabilitatea cantităţii de căldură degajată. Se părea că această proprietate „miraculoasă" a radiului a pus sub semnul întrebării legea fundamentală a naturii, legea conservării energiei. Radiul constituie, în aparenţă, un izvor constant al unui tip de energie obţinută fără cheltuirea unui alt tip. Cercetarea ulterioară a proprietăţilor radiului a determinat revizuirea radicală a concepţiilor anterioare despre elementele chimice şi imuabilitatea atomilor. Elementul radiu a fost denumit de către savanţi „marele revoluţionar".

TAINA RAZELOR RADIULUI

E puţin probabil ca o altă descoperire ştiinţifică să fi atras asupra sa, de la bun început, o atenţie atît de mare ca descoperirea radioactivităţii. Născocirile senzaţionale, speculaţiile fantastice pe marginea grandioaselor forţe atomice şi a modalităţii folosirii lor invadau presa de la începutul secolului al XX-lea. Ele acopereau vocile lucide ale unor savanţi mai prudenţi în pronosticurile lor, care se sprijineau numai pe fapte ferm stabilite. Astăzi însă vedem că pînă şi cele mai îndrăzneţe şi mai neverosimile născociri din trecut pălesc în faţa rezultatelor obţinute pe baza investigaţiilor atomice contemporane, în faţa perspectivelor pe care le deschide folosirea paşnică a atomului spre binele omenirii.

Fenomenul radioactivităţii a fost explicat de către celebrul fizician englez Ernest Rutherford. Descoperirile sale au pus bazele teoriei contemporane a radioactivităţii şi structurii atomului. Becquerel, Curie şi Rutherford au descoperit că razele emise de radiu nu sînt toate de aceeaşi natură, că unele dintre acestea au o mare putere

Scanned with OKEN Scanner

de penetrație. O categorie dintre aceste raze reprezintă fluxuri de particule, de corpusculi foarte mici (razele α și β). Acești corpusculi se desprind cu o viteză considerabilă din substanțele radioactive. În cîmpul magnetic, un flux de raze corpusculare (razele α) sînt deviate într-un asemenea sens încît se dovedesc a fi particule cu

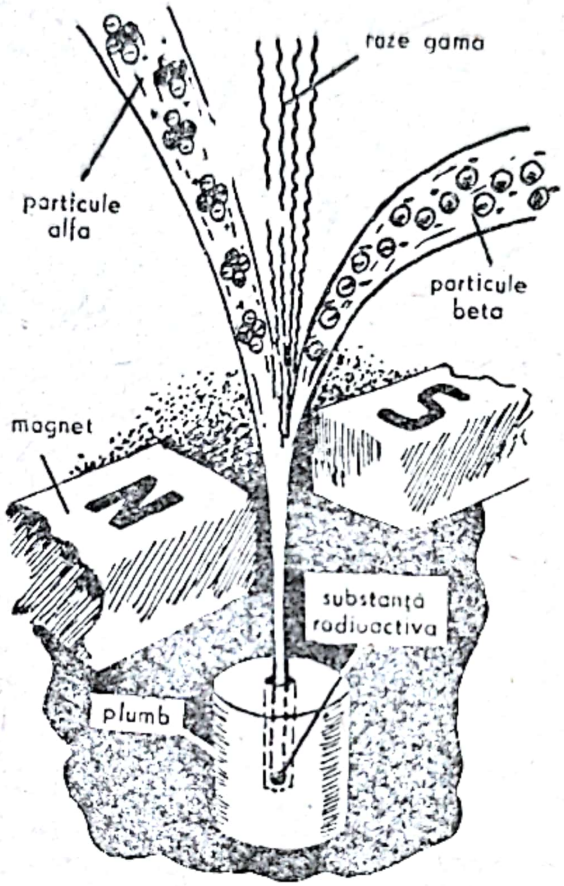


Fig. 9

sarcină pozitivă, care se deplasează cu viteza de 20 000 km/s. Razele β, după cum s-a constatat, erau un flux de particule deja cunoscute și cercetate pe atunci: electroni. A treia formă a radiațiilor radioactive, razele γ, nu erau deviate nici de cîmpul magnetic și nici de cîmpul electric. Ele s-au dovedit înrudite cu razele Roentgen, fiind însă mult mai dure, avînd o mai mare putere de pătrundere.

Cercetările ulterioare au determinat cu exactitate sarcina particulelor α. S-a stabilit că ea este egală cu două cantități elementare pozitive de electricitate, masa parti-

Scanned with OKEN Scanner

culei însăşi fiind egală cu masa atomică a elementului heliu. După cum s-a constatat ulterior, razele α reprezintă un flux de nuclee ale elementului heliu.

Experienţele şi calculele au dus la concluzia că razele radioactive nu sînt efectul unor procese chimice sau fizice, care, în esenţă, lasă neschimbat însuşi atomul elementului, deşi concomitent pot fi observate diferite fenomene luminoase, termice şi altele.

A reieşit de asemenea că radioactivitatea nu este proprietatea unui anumit compus al elementului radioactiv, ci proprietatea atomilor acestui element ; într-adevăr, radioactivitatea are loc atît în cazul elementului pur, cît şi în cazul diferiţilor compuşi ai acestuia. Dar faptul cel mai remarcabil era că fenomenul dezintegrării substanţelor radioactive survenea în mod spontan. Ştiinţa vremii nu dispunea încă de mijloace pentru accelerarea sau încetinirea acestui proces. Nici descărcările electrice puternice, nici cele mai ridicate sau cele mai scăzute temperaturi şi presiuni, nimic nu putea influenţa viteza dezintegrării radioactive. Prin aceasta, fenomenul se deosebea radical de reacţiile chimice obişnuite.

Ernest Rutherford şi colaboratorul lui, cunoscutul radiochimist englez Soddy, au ajuns la concluzia că radioactivitatea este rezultatul unor procese care au loc în interiorul nucleului atomic, conform unor legi speciale. Rutherford a explicat că degajarea energiei (în special a celei termice) în procesul dezintegrării radioactive are loc pe seama transformării atomilor elementelor chimice. Rutherford şi Soddy au formulat ipoteza că emiterea particulelor α şi β de către elementele radioactive are ca urmare transformarea unor elemente în altele şi au dovedit într-adevăr existenţa unor noi elemente radioactive printre produsele dezintegrării. Astfel, ei au descoperit radiul în produsele dezintegrării uraniului şi au stabilit formarea heliului din elementul radioactiv radon.

Scanned with OKEN Scanner

Descoperirea radioactivității demonstra că atomii sînt divizibili și că transmutarea elementelor este posibilă și există. Studierea razelor radioactive, a acestor soli din străfundurile atomului, a oferit cheia înțelegerii proceselor care se petrec în interiorul atomului însuși.

ELECTRONUL

Descoperirea și studierea naturii razelor catodice, analiza fenomenului electrolizei, întreprinsă încă în 1882, i-au condus pe savanți la ideea structurii discontinue a electricității și la descoperirea „atomului de electricitate". Cercetînd razele catodice care apar cu prilejul trecerii unui curent electric prin gaze rarefiate, fizicianul englez J. J. Thomson a ajuns la concluzia că aceste raze constituie un flux de particule foarte mici cu sarcină negativă. În 1898 Thomson a determinat masa particulei și mărimea sarcinii ei. Masa particulei era egală cu $\frac{1}{1\,840}$ din masa atomului de hidrogen, cel mai ușor dintre atomi. În expresie absolută, aceasta înseamnă $9 \cdot 10^{-28}$ g, ceea ce se poate scrie și în felul următor : 0, 000 000 000 000 000 000 000 000 0009 g.

Este greu să ne reprezentăm o asemenea mărime. Dar electronul, cum a fost numită această particulă, nu este numai o particulă foarte ușoară, ci și foarte mică. „Diametrul" electronului este egal cu $5{,}62 \cdot 10^{-13}$, sau 0,000 000 000 000 562 cm. Dacă am mări electronul pînă la dimensiunile unui măr, atunci acesta din urmă ar trebui să fie mărit pînă la dimensiunile unui corp avînd un diametru de 44 000 de ori mai mare ca diametrul Pămîntului. Sarcina electronului este cea mai mică sarcină electrică, fiind de aceea numită sarcină „elementară". Ea este egală cu $1{\cdot}59 \cdot 10^{-19}$ coulombi.

S-a dovedit că electronul posedă multe proprietăți foarte importante. I se pot imprima viteze mari, el intră în componența atomilor tuturor elementelor etc.

Descoperirea electronului a constituit un pas hotărîtor în cunoașterea structurii interne a atomului. Ulte-

Scanned with OKEN Scanner

rior s-a stabilit că tocmai electronii care se mişcă în jurul nucleului atomic determină toate proprietăţile chimice, electrice şi optice ale atomilor şi moleculelor. Prin schimbul aşa-zişilor electroni de valenţă, aflaţi pe orbita exterioară a atomilor, apar legăturile intramoleculare. Studiul mişcării electronilor atomului a dus la crearea unei noi teorii fizice, mecanica cuantică.

ATOMUL NU ESTE ATOM

Teza fundamentală a atomismului era indivizibilitatea atomului; o dată cu descoperirea radioactivităţii, ştiinţa a făcut un nou pas înainte. Dialectica procesului cunoaşterii este de aşa natură, încît faptele care au demonstrat în mod incontestabil realitatea atomilor (radioactivitatea, proprietăţile electrice ale atomului etc.) au arătat totodată în mod convingător că atomul nu este atom în sensul *indivizibilităţii* sale. Dimpotrivă, atomul este *divizibil, destructibil* şi *are o structură complexă.*

„Aşadar — remarca S. I. Vavilov —, ajuns, după cum se părea, la apogeul dezvoltării sale triumfale, atomismul ca atare, ca teorie a particulelor elementare indivizibile şi indestructibile, s-a dovedit în fond a fi o teorie a structurii substanţelor alcătuite din particule care nu sînt «atomi», care se schimbă, se transformă şi dispar".

Iată rezultatul important, dar în nici un caz nu întîmplător, la care a ajuns în cele din urmă ştiinţa, după o activitate încordată, multiseculară, în domeniul studierii materiei. Vechiul tablou al alcătuirii materiei din „cărămizi" unice şi indivizibile ale „edificiului universal" — atomii — s-a dovedit eronat. Atomul era divizibil şi, ca atare, nu mai constituia cărămida cea mai mică. În faţa oamenilor de ştiinţă s-a pus sarcina conturării unui tablou nou al structurii materiei. Foarte mulţi credeau că întreaga chestiune se reduce acum la a descoperi „adevăratele" cărămizi ale materiei, părţile componente ale atomilor.

Scanned with OKEN Scanner

Ca urmare, în secolul al XX-lea a apărut şi s-a dezvoltat cu succes o nouă ştiinţă, care studiază structura atomului şi transformările radioactive ale acestuia. Analiza şi stabilirea naturii razelor α, β şi γ au permis descoperirea atomilor înşişi şi obţinerea primelor rezultate în studiul structurii lor. Descoperirea şi studierea particulelor elementare (electronul, protonul, neutronul etc.) au dus la cunoaşterea corelaţiilor interne ale atomilor, au lămurit caracterul interacţiunii lor chimice, contribuind la o cunoaştere incomparabil mai profundă a naturii lor. Dar nimeni nu se gîndea că nici acum nu va fi încă posibilă explicarea esenţei materiei. Numai materialismul dialectic, în persoana lui V. I. Lenin, a indicat modul principial în care se pune această problemă şi a dat rezolvarea ei ştiinţifică.

CONSECINŢELE REVOLUŢIEI DIN ŞTIINŢELE NATURII

Descoperirile făcute în fizică la hotarul dintre secolele al XIX-lea şi al XX-lea au determinat modificarea radicală a concepţiilor anterioare despre structura materiei. Noile noţiuni se deosebeau atît de pronunţat de cele anterioare încît apariţia lor a fost definită de Lenin ca „revoluţia modernă“ din ştiinţele naturii.

Demonstrarea experimentală a structurii complexe a atomului a avut consecinţe extrem de importante. S-a prăbuşit teza fundamentală a doctrinei atomiste, unanim acceptată în secolul al XIX-lea, teza invariabilităţii şi indivizibilităţii atomilor. Totodată, studierea proprietăţilor electronului a dus la schimbarea radicală a ideilor despre masă. Încă din epoca lui Newton, care a definit masa ca măsură a cantităţii de materie, oamenii de ştiinţă considerau că masa este caracteristica fundamentală a materialităţii corpurilor. În acelaşi timp se considera că masa este absolut imuabilă. S-a dovedit însă că electronul nu posedă pur şi simplu o masă mecanică, cum se presupunea iniţial, ci o masă electromagnetică,

Scanned with OKEN Scanner

care variază în mod sensibil la viteze foarte mari, apropiate de viteza luminii.

Fiind în esenţă materialistă, vechea concepţie atomistă era în acelaşi timp metafizică prin modul său de explicare a fenomenelor naturii. De aceea naturaliştii, care legau în mod indisolubil materialismul de concepţia metafizică despre lume, au început să privească faliментul ideilor metafizice despre atomi şi masa atomilor ca un faliment al materialismului.

Însăşi prăbuşirea vechilor teorii fizice despre structura substanţei, teorii care păreau de nezdruncinat, a creat în rîndurile oamenilor de ştiinţă burghezi care nu cunoşteau materialismul dialectic un teren prielnic pentru răspîndirea concepţiilor idealiste, agnostice.

Trebuie remarcat, de asemenea, că oamenii de ştiinţă burghezi nu au interpretat just descoperirile fizice nu numai pentru că nu înţelegeau materialismul dialectic, ci şi pentru că mediul în care trăiau îi arunca, după cum spunea Lenin, în braţele filozofiei plate oficiale, adică în braţele idealismului.

În ştiinţele teoretice ale naturii de la sfîrşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului al XX-lea, în legătură cu intrarea capitalismului în ultimul său stadiu — imperialismul —, concepţiile idealiste, reacţionare, agnostice au căpătat o largă răspîndire printre oamenii de ştiinţă burghezi.

Posibilitatea folosirii ipotezelor în ştiinţă, posibilitatea pătrunderii în esenţa fenomenelor era în principiu respinsă. Mach, Ostwald, Duhem şi alţi reprezentanţi ai şcolilor şi şcolişoarelor idealiste reacţionare ale vremii atacau îndeosebi ipoteza atomistă, căci atomismul constituia dintotdeauna reazemul principal al ştiinţelor materialiste ale naturii. Machiştii trebuiau să se refere la atomi atunci cînd expuneau o anumită teorie ştiinţifică concretă despre structura materiei. Dar din punctul lor de vedere nu putea fi vorba despre existenţa reală a

Scanned with OKEN Scanner

atomilor, întrucît aceştia depăşeau cadrul reprezentărilor nemijlocit senzoriale. În cel mai bun caz, machiştii acordau atomului rolul unei reprezentări auxiliare.

Aşadar, problema admiterii sau negării atomilor avea o semnificaţie mai largă. Ea era legată, în primul rînd, de o anumită poziţie faţă de ipoteze şi teorii, iar în al doilea rînd de rezolvarea unei probleme fundamentale, problema valorii ştiinţei în genere : dacă ştiinţa trebuie să se limiteze la „descrierea" şi la „clasificarea" faptelor în modul cel mai economic, cum afirmau machiştii, sau dacă trebuie să le şi „explice".

Recunoscînd existenţa realităţii obiective, cei ce se situau pe poziţii materialiste recunoşteau şi realitatea atomilor, admiţînd astfel capacitatea ipotezelor în general, şi a ipotezei atomiste în particular, de a reflecta această realitate obiectivă. Implicit se afirma dreptul ştiinţei de a depăşi limitele datelor senzoriale, dreptul ei de a nu se mărgini la simpla „descriere" şi „clasificare" a faptelor empirice existente, ci şi de a proceda la „explicarea" lor pe baza unor ipoteze şi teorii speciale.

Cei ce nu recunoşteau existenţa realităţii obiective negau existenţa reală a atomilor, coborîndu-i la nivelul unor reprezentări auxiliare şi reducînd misiunea ştiinţei la funcţii pur descriptive.

Lupta dintre materialism şi idealism în jurul problemei recunoaşterii realităţii atomilor şi a conţinutului obiectiv al ipotezelor ştiinţifice s-a intensificat în perioada crizei fizicii moderne. Speculînd fenomenul prăbuşirii vechilor noţiuni şi concepţii, machismul îi împingea pe naturalişti spre idealism şi agnosticism.

ÎNCĂ O ŞCOLIŞOARĂ LA MODĂ ÎN FILOZOFIE

Reprezentanţii curentelor celor mai reacţionare au fost întotdeauna duşmani ai atomismului. Acesta a fost şi cazul machismului, „şcolişoară idealistă la modă", după expresia lui V. I. Lenin. Conform concepţiei lui Mach, aşa-zisul

Scanned with OKEN Scanner

principiu al economiei gîndirii constituie metoda cercetării ştiinţifice. După Mach, de aici decurge şi sarcina ştiinţei de a descrie în modul cel mai economic legăturile dintre senzaţii. De pe aceste poziţii abordează Mach şi problema valorii ipotezelor şi teoriilor ştiinţifice. Teoriile şi ipotezele reuşite, după Mach, nu fac decît să economisească eforturile noastre în precizarea legăturilor stabile dintre senzaţii, atît şi nimic mai mult.

Ipoteza constituie un demers preliminar, o presupunere făcută în scopul unei mai uşoare înţelegeri a faptelor, dar care nu poate fi încă demonstrată prin fapte. Această interpretare machistă a ipotezei implică şi aprecierea acesteia din urmă ca un simplu procedeu de lucru şi nu ca reflectare a lumii obiective, a cărei existenţă este negată de către machişti. De aceea ei refuză să vadă în ipotezele şi teoriile ştiinţifice reflectarea elementului obiectiv, real, material.

Mach consideră că ipoteza, deşi a adus ştiinţei, şi mai ales chimiei, un anumit folos ca un procedeu simplu de cercetare, totodată i-a adus şi numeroase prejudicii. Oamenii de ştiinţă naivi, susţinea Mach, au uitat că atomii constituie doar noţiuni auxiliare, produse ale fanteziei noastre, de care trebuie să ne folosim doar în scopuri metodice.

În urma uitării acestui fapt, s-au şi produs, după Mach, numeroase neînţelegeri, deoarece atomul, această reprezentare pur auxiliară, cum se exprimă Mach, introdusă în ştiinţă numai cu titlu provizoriu, numai de dragul intuitivităţii, a ascuns obiectele cercetării, faptele, şi a început să revendice insistent o existenţă de sine stătătoare, reală.

Desigur, Mach nu se poate împăca cu această situaţie; el neagă categoric că ideii de atom i-ar corespunde ceva real. Căci misiunea ştiinţei, după Mach, constă în sistematizarea faptelor date nouă în senzaţii şi în descoperirea legăturilor stabile dintre complexele de senzaţii.

Scanned with OKEN Scanner

principiu al economiei gîndirii constituie metoda cercetării ştiinţifice. După Mach, de aici decurge şi sarcina ştiinţei de a descrie în modul cel mai economic legăturile dintre senzaţii. De pe aceste poziţii abordează Mach şi problema valorii ipotezelor şi teoriilor ştiinţifice. Teoriile şi ipotezele reuşite, după Mach, nu fac decît să economisească eforturile noastre în precizarea legăturilor stabile dintre senzaţii, atît şi nimic mai mult.

Ipoteza constituie un demers preliminar, o presupunere făcută în scopul unei mai uşoare înţelegeri a faptelor, dar care nu poate fi încă demonstrată prin fapte. Această interpretare machistă a ipotezei implică şi aprecierea acesteia din urmă ca un simplu procedeu de lucru şi nu ca reflectare a lumii obiective, a cărei existenţă este negată de către machişti. De aceea ei refuză să vadă în ipotezele şi teoriile ştiinţifice reflectarea elementului obiectiv, real, material.

Mach consideră că ipoteza, deşi a adus ştiinţei, şi mai ales chimiei, un anumit folos ca un procedeu simplu de cercetare, totodată i-a adus şi numeroase prejudicii. Oamenii de ştiinţă naivi, susţinea Mach, au uitat că atomii constituie doar noţiuni auxiliare, produse ale fanteziei noastre, de care trebuie să ne folosim doar în scopuri metodice.

În urma uitării acestui fapt, s-au şi produs, după Mach, numeroase neînţelegeri, deoarece atomul, această reprezentare pur auxiliară, cum se exprimă Mach, introdusă în ştiinţă numai cu titlu provizoriu, numai de dragul intuitivităţii, a ascuns obiectele cercetării, faptele, şi a început să revendice insistent o existenţă de sine stătătoare, reală.

Desigur, Mach nu se poate împăca cu această situaţie ; el neagă categoric că ideii de atom i-ar corespunde ceva real. Căci misiunea ştiinţei, după Mach, constă în sistematizarea faptelor date nouă în senzaţii şi în descoperirea legăturilor stabile dintre complexele de senzaţii.

Scanned with OKEN Scanner

Mach considera că lumea însăşi reprezintă doar totalitatea senzaţiilor de culoare, de sunet, de miros.

Atomul nu a fost niciodată perceput în mod nemijlocit de cineva, el neavînd nici o legătură cu senzaţiile şi fiind doar o imagine mintală ; din punctul de vedere al lui Mach, nu putem admite existenţa reală a atomului şi el nu poate constitui un obiect al cercetării, nici măcar în sens idealist-subiectiv, deoarece nu reprezintă un complex de senzaţii.

„Sabat al vrăjitoarelor", astfel caracteriza cu dispreţ Mach concepţiile moleculare-cinetice despre particulele materiale aflate în mişcare dezordonată, subliniind astfel existenţa lor fantastică, ireală din punctul lui de vedere.

ENERGIA ÎN LOCUL MATERIEI

Un alt adversar convins, îndîrjit al atomisticii a fost Ostwald, creatorul aşa-zisei „energetici". De ce a ales el tocmai energia în calitate de principiu fundamental al doctrinei sale ? Ostwald explică aceasta în felul următor : „...Concepţia energetică prezintă avantajul de a exprima faptele *cu totul independent de presupuneri ipotetice*, fiecare noţiune introdusă de noi avînd o mărime sau tensiune care poate fi *descoperită* şi *măsurată* ; noi nu acceptăm şi nu afirmăm despre corpuri nimic ce n-am putea verifica şi dovedi prin experienţă şi măsurători".

După cum vedem, potrivit concepţiei lui Ostwald, meritul concepţiei energetice ar consta în faptul că ne dispensează de necesitatea de a recurge la ipoteze. Faţă de acestea din urmă, Ostwald adoptă de asemenea o atitudine dispreţuitoare. După părerea lui, ipotezele sînt create de obicei atunci cînd munca noastră nu mai poate progresa. De aceea el se întreabă dacă în general este indicat să recurgem la ipoteze ? Este oare admisibil să căutăm cu ajutorul unei necunoscute (ipoteza) o altă necunoscută (ceea ce nu a fost înţeles, faptul pe care cer-

Scanned with OKEN Scanner

cetarea științifică trebuie să-l explice)? Desigur că nu, răspunde Ostwald.

Dacă obiectele la care se referă ipotezele, raționează mai departe Ostwald, ar fi accesibile măsurării, pentru studierea lor nu ar mai fi necesare nici un fel de ipoteze; dacă însă obiectele amintite nu sînt măsurabile, atunci oricum nu putem afla nimic despre ele și nu ne poate ajuta nici o ipoteză. De aici atitudinea categoric negativă a lui Ostwald față de atomism. Din punctul de vedere al lui Ostwald, doctrina atomistă constituie o ipoteză care, ca și teoria cinetică a căldurii, teoria ondulatorie a luminii etc., este absolut inutilă și absurdă în fond, în ea fiind vorba despre lucruri nedemonstrabile, practic neverificabile. Știința autentică trebuie să se dispenseze de asemenea presupuneri.

Ostwald consideră că este necesar, pe cît posibil, ca faptele și legile deduse din aceste fapte să fie prezentate ca atare, pentru a elucida astfel mai bine conexiunea lor și a nu îngreuia analiza fenomenelor cu balastul unor presupuneri dubioase. Din punctul de vedere al lui Ostwald, ipoteza atomistă nu este decît o „presupunere dubioasă". Despre atomii înșiși, el nici nu poate vorbi fără ironie și dispreț nimicitor. Atomul, scrie Ostwald, „a existat numai în capul încăpător al acestui filozof (Democrit. — *N.B.*), și de atunci el a preferat totdeauna acest domiciliu".

În lupta sa împotriva atomismului, Ostwald a mers foarte departe. Pînă în 1908, el contesta cu înverșunare realitatea atomilor și a moleculelor, chiar și după ce a devenit cunoscut fenomenul radioactivității, după ce au fost descoperiți electronii și nu se mai punea problema atomului, ci a structurii sale interne. În cele din urmă însă Ostwald a suferit un eșec și a fost nevoit să declare aceasta în public.

Scanned with OKEN Scanner

V. I. Lenin a dezvăluit cauzele unor asemenea concepţii reacţionare, idealiste şi agnostice despre obiectul şi metoda ştiinţei, a definit esenţa crizei fizicii moderne, indicînd în acelaşi timp calea ieşirii din impas.

Arătînd că noile descoperiri nu puteau fi explicate prin prisma vechilor noţiuni statornicite, Lenin a subliniat că tocmai de aceea machiştii caută să tragă din aceste descoperiri concluzii în favoarea idealismului. „*Esenţa* crizei fizicii contemporane constă în răsturnarea vechilor legi şi principii fundamentale, în negarea realităţii obiective din afara conştiinţei, adică în înlocuirea materialismului prin idealism şi prin agnosticism".

Pentru materialiştii dialecticieni era limpede că inconsistenţa vechilor noţiuni, concepţii şi teorii trebuie să ducă la elaborarea unor noţiuni noi, care să cuprindă mai bine, mai complet şi mai exact realitatea. Machiştii concluzionau însă că, de vreme ce vechile concepţii, noţiuni şi teorii trebuie să fie respinse, aceasta înseamnă că ele nu sînt reflectări ale obiectelor şi proceselor realităţii care au loc în afară şi independent de conştiinţa noastră, ci produse ale conştiinţei însăşi, semne sau simboluri pentru orientarea noastră în materialul empiric.

Explicînd sensul filozofic al acestor teze, Lenin arăta că, în timp ce fizica veche vedea în teoriile ei reflectarea realităţii obiective, „noul curent în fizică" vede în teorie numai simboluri, indicaţii pentru practică. Aceasta înseamnă că teoria materialistă a cunoaşterii, acceptată în mod spontan de fizica anterioară, a fost înlocuită de o teorie idealistă şi agnostică.

Curentul apărut ca urmare a crizei fizicii, pe baza interpretării subiective a noţiunilor şi teoriilor fizice fundamentale, a fost caracterizat drept idealism „fizic" de către Lenin, care a indicat în acelaşi timp rădăcinile lui de clasă şi gnoseologice. Nu întîmplător a apărut

Scanned with OKEN Scanner

idealismul „fizic“ în epoca imperialismului, a cărui principală trăsătură politică este reacţiunea pe toate liniile, inclusiv în ideologie. O expresie directă a acestei reacţiuni în filozofie a devenit machismul — o varietate a idealismului „fizic“, o formă subtilă a fideismului, la care burghezia recurge în scopul întunecării conştiinţei de clasă a maselor.

CAUZELE GNOSEOLOGICE ALE IDEALISMULUI „FIZIC“

Matematizarea fizicii, în primul rînd, şi principiul relativismului, al relativităţii cunoştinţelor noastre, în al doilea rînd, constituie, după cum arăta Lenin, cauzele gnoseologice ale idealismului „fizic“.

În urma succeselor ştiinţelor naturii s-a realizat o apropiere de elemente omogene şi relativ simple ale materiei (cum este, de exemplu, electronul), ale căror legi de mişcare pot fi formulate matematic. Forma extrem de abstractă a noţiunilor şi a ecuaţiilor matematice duce însă la uitarea materiei de către matematicieni : „materia dispare“, rămîn numai ecuaţiile. Unii naturalişti au speculat rolul crescînd al matematicii în fizică, ajungînd în cele din urmă la ruperea teoriei de practică.

Principiul relativismului este o altă cauză a idealismului „fizic“. Caracterul relativ al cunoaşterii devine deosebit de vizibil în perioada de răsturnare bruscă a vechilor teorii şi noţiuni. Şi dacă cercetătorul nu stăpîneşte metoda dialecticii materialiste, el se situează inevitabil în concluziile sale gnoseologice pe poziţiile idealismului. Lenin considera că problema corelaţiei dintre relativism şi dialectică este, poate, cea mai importantă pentru explicarea avatarurilor teoretice ale machismului.

De fapt, incapacitatea de a vedea în spatele relativităţii cunoaşterii caracterul obiectiv al conţinutului ei a fost cauza fundamentală a răspîndirii idealismului şi agnosticismului în rîndul unor fizicieni. Machistul Duhem declară că, de vreme ce orice lege fizică este provizorie

Scanned with OKEN Scanner

şi relativă, ea „nu e, propriu-zis, nici adevărată, nici falsă, ci aproximativă". „Acest «ci» — arată Lenin — e deja un început de eroare, începutul ştergerii hotarului dintre teoriile ştiinţifice, *care reflectă* în mod aproximativ *obiectul*, adică se apropie de adevărul obiectiv, şi teoriile arbitrare, fantastice, pur convenţionale, cum sînt, de pildă, teoriile religioase sau teoria jocului de şah". Şi într-adevăr, după cum arată Lenin, Duhem alunecă ulterior spre concluzia că toate „noţiunile şi ipotezele noastre sînt simple simboluri..., construcţii «arbitrare» etc".

Este absolut limpede că această concepţie a lui Duhem este rezultatul necunoaşterii dialecticii sau al ignorării ei. Absolutizarea momentului relativ duce în mod inevitabil spre idealism. „Toate vechile adevăruri ale fizicii — scria Lenin —, inclusiv cele considerate incontestabile şi de neclintit, se dovedesc a fi adevăruri relative; *înseamnă*, aşadar, că nu poate exista nici un adevăr obiectiv, independent de omenire. Aşa judecă nu numai întreaga şcoală machistă, ci şi întregul idealism «fizic» în genere".

CALEA IEŞIRII DIN CRIZĂ

Dar oare aşa stau lucrurile? Oare relativitatea vechilor noţiuni şi concepţii despre structura materiei infirmă existenţa adevărului obiectiv în general? Şi în însuşi conţinutul unor asemenea concepţii schimbătoare nu există oare nimic care să corespundă realităţii autentice? Dacă într-adevăr aşa stau lucrurile, atunci — afirmă machiştii — toate teoriile şi ipotezele ştiinţifice elaborate anterior în procesul cunoaşterii lumii înconjurătoare sînt o simplă creaţie a raţiunii umane, sînt indici ai erorilor, simboluri goale care nu reflectă nimic real.

Practica dezminte însă aceste afirmaţii. Însăşi dezvoltarea producţiei materiale a societăţii, pe baza cuceririlor ştiinţei, confirmă în mod clar posibilitatea unei cunoaşteri

Scanned with OKEN Scanner

mai mult sau mai puţin exacte a esenţei şi a legilor fenomenelor lumii înconjurătoare, în ciuda caracterului relativ al ipotezelor şi al teoriilor ştiinţifice.

V. I. Lenin a arătat că înţelegerea justă a acestei probleme este posibilă de pe poziţiile materialismului dialectic. Numai dialectica explică cum caracterul aproximativ al legii fizice se află în unitate cu conţinutul ei obiectiv, cum din suma adevărurilor relative se constituie adevărul absolut.

Necunoaşterea dialecticii materialiste, după cum arată Lenin, a constituit baza teoretică a acelor erori, datorită cărora mulţi fizicieni au alunecat de la materialismul spontan, prin relativism, spre scepticism, iar de aici spre idealismul subiectiv.

Or, aşa cum sublinia Lenin, trebuia să se înţeleagă că în fiecare adevăr ştiinţific, indiferent de caracterul său relativ, există elemente ale adevărului absolut. Prin urmare, orice ipoteză sau teorie cu adevărat ştiinţifică conţine o parte a adevărului absolut. Prin urmare, şi ipoteza atomistă, împotriva căreia machiştii luptă cu atîta înverşunare, are de asemenea un conţinut obiectiv.

În ceea ce priveşte destructibilitatea atomilor, pusă în evidenţă de ultimele descoperiri, aceasta, din punctul de vedere al materialismului dialectic, reprezintă un fenomen absolut firesc, care nu dovedeşte decît aprofundarea continuă a cunoştinţelor omului despre structura materiei. „Dacă ieri — scrie Lenin — această aprofundare nu depăşea atomul, iar astăzi nu depăşeşte electronul..., materialismul dialectic insistă tocmai asupra caracterului provizoriu, relativ şi aproximativ al tuturor acestor *jaloane* ale cunoaşterii naturii de către ştiinţa umană, care progresează".

V. I. Lenin a arătat că ieşirea din criza metodologică a fizicii, calea spre învingerea idealismului „fizic", rezidă în însuşirea materialismului dialectic de către naturalişti.

Scanned with OKEN Scanner

FILOZOFIA ŞTIINŢIFICĂ DESPRE MATERIE, MIŞCARE, SPAŢIU ŞI TIMP

ŞTIINŢELE NATURII ŞI FILOZOFIA

Între ştiinţă şi filozofie există o strînsă legătură. Iniţial, filozofia cuprindea totalitatea cunoştinţelor existente.

O dată cu acumularea şi dezvoltarea cunoştinţelor, din sînul filozofiei s-au desprins mai întîi astronomia, geometria, mecanica, iar apoi au apărut fizica, chimia, biologia, geologia etc., ştiinţe care şi-au dovedit rapid capacitatea de a dezvălui esenţa şi legile fenomenelor pe care le studiază. Nevoia unei filozofii ca „ştiinţă a ştiinţelor" a dispărut.

Dezvoltarea ştiinţei a impus crearea unei metode noi de cercetare, pregătind terenul pentru apariţia filozofiei ştiinţifice. Începuturile acestui proces se leagă de cele trei mari descoperiri ale timpului: descoperirea structurii celulare a plantelor şi animalelor, teoria originii speciilor, legea conservării şi transformării energiei.

O dată cu apariţia materialismului dialectic s-a conturat precis şi obiectul filozofiei. Filozofia a devenit ştiinţa legilor generale de dezvoltare a naturii, societăţii şi gîndirii umane. La baza filozofiei ştiinţifice a fost pusă doctrina materialităţii şi cognoscibilităţii lumii, a primordialităţii materiei faţă de conştiinţă. În cercetările lor concrete, oamenii de ştiinţă se puteau sprijini acum pe principii generale de bază, aveau la dispoziţie o metodă de cercetare adecvată realităţii.

Apariţia materialismului dialectic are o însemnătate nepieritoare. Filozofia burgheză a pierdut orice capacitate de a orienta just ştiinţa în cunoaşterea lumii. Progresistă în perioada apariţiei sale, filozofia burgheză a devenit ulterior reacţionară. Ea s-a ridicat împotriva ideii dezvoltării, a refuzat să recunoască existenţa unei legităţi obiective, punînd sub semnul întrebării posibi-

Scanned with OKEN Scanner

litatea cunoașterii lumii înconjurătoare. Călăuzindu-se după interesele sale înguste de clasă, filozofia burgheză a abandonat principiile materialismului și ateismului militant, a trecut fățiș pe poziții idealiste și religioase, ajungînd astfel în impas și în contradicție principială cu știința.

Savanții burghezi cei mai progresiști, ale căror lucrări au împins înainte științele naturii în secolele al XVIII-lea și al XIX-lea, vedeau lipsa de concordanță dintre concepția oficială despre lume și datele obiective ale științei. Ei nu au fost însă în stare să analizeze și să depășească în mod critic filozofia clasei lor. Sub presiunea faptelor, o parte a lor se situa spontan pe poziții materialiste, efectuînd cercetările științifice sub deviza „Lumea poate fi cunoscută!" Alții, presupunînd că vor merge mult mai departe dacă vor înceta să se ocupe în genere de probleme filozofice, evitau în mod conștient orice filozofie. Dar aceasta nu ducea la vreun rezultat pozitiv. După expresia reușită a lui F Bacon, acești savanți se asemuiau călătorului care rătăcește prin întuneric și își caută pe dibuite drumul. Un călător ca acesta pierdea repede drumul și cădea victimă filozofiei idealiste care încătușa și frîna orice activitate științifică.

Acest fenomen, relevat sub toate aspectele de către V. I. Lenin, s-a manifestat cu o forță deosebită la sfîrșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea, în perioada crizei fizicii moderne, determinată de revoluția modernă în științele naturii.

Pe baza materialismului dialectic a fost rezolvată problema unității reale a lumii, au fost elaborate științific noțiunea de materie și noțiunea de forme de existență ale materiei, s-au tras concluzii principiale cu privire la posibilitatea cunoașterii științifice și limitele ei. Au fost trasate problemele fundamentale și direcția dezvoltării științei moderne.

Scanned with OKEN Scanner

DOUĂ PUNCTE DE VEDERE ASUPRA UNITĂȚII LUMII

Este lumea unitară și în ce constă unitatea ei? În jurul acestei probleme s-a dus, de-a lungul a peste două milenii, o luptă înverșunată între materialism și idealism.

Infinită este varietatea obiectelor și fenomenelor lumii înconjurătoare: natura anorganică lipsită de viață — pietrele, metalele, substanțele chimice; viața organică — moluștele, copacii, organismele vii; lumea atomului, a particulelor „elementare" — domeniul dimensiunilor infime, al energiilor și vitezelor uriașe, precum și corpurile cosmice gigantice (planetele și aștrii) cu legitățile lor; în sfîrșit, omul cu conștiința sa; fenomenele sociale — producția, războaiele, revoluțiile etc. Se leagă între ele toate acestea? Există oare ceva comun, unitar în această varietate calitativă și cantitativă colosală a lucrurilor și fenomenelor? Și dacă există această unitate, ce se află la baza ei?

Căutînd să rezolve aceste probleme referitoare la formele și legile existenței lumii exterioare, gîndirea omului nu poate pleca de la sine însăși, ci numai de la lumea exterioară. Legile, principiile fundamentale nu sînt punctul de plecare al cercetării, sublinia Engels, ci rezultatul ei final. Legile nu se aplică la natură și la istoria umană, ci se deduc din acestea. Prin urmare, legile și principiile sînt juste numai în măsura în care corespund naturii și istoriei.

Teza materialismului filozofic despre unitatea materială a lumii reflectă unitatea obiectivă, reală. Experiența multiseculară, observațiile și datele științelor naturii (și în primul rînd cele ale matematicii, fizicii, chimiei, astronomiei, biologiei) arată clar că întreaga diversitate a fenomenelor lumii, indiferent de deosebirile lor calitative, reprezintă forme diferite ale materiei în mișcare. Tocmai acest caracter material al lumii reale și al proceselor care au loc în ea reprezintă baza care

Scanned with OKEN Scanner

determină unitatea lumii. „Adevărata unitate a lumii — scria Engels — constă în materialitatea ei".

Lumea există în afara conştiinţei omului şi independent de ea. Conştiinţa, gîndirea însăşi este proprietatea unui organ material — creierul. Lumea nu este o îngrămădire haotică, incoerentă a unor lucruri şi fenomene diverse care se mişcă dezordonat şi unde numai raţiunea ar fi chemată să introducă ordinea şi unitatea. Lumea reprezintă un sistem unitar, existent în mod etern, în care toate lucrurile şi fenomenele, chiar şi cele foarte deosebite, se leagă şi se condiţionează reciproc într-un fel sau altul, fiind guvernate de anumite legi obiective.

Filozofii idealişti împărtăşesc punctul de vedere exact opus. Ei încearcă să dovedească că la baza tuturor lucrurilor şi fenomenelor lumii s-ar afla o forţă ideală. Idealiştii subiectivi afirmă că nu există materie independent de om, corpurile fiind doar complexe de senzaţii ale noastre. Deşi admit că lumea, natura există independent de om, idealiştii obiectivi le consideră totuşi drept creaţii ale unei forţe supreme: dumnezeu, „spiritul universal" etc. Aşadar, idealismul deduce principiul unităţii lumii nu din lumea obiectivă, ci din gîndirea pură. Diferitele curente idealiste concordă în ceea ce priveşte principalul: unitatea lumii, după reprezentanţii tuturor acestor curente, nu rezidă în materialitatea lumii, ci în esenţa ei ideală, spirituală.

Caracterizînd cele două puncte de vedere asupra unităţii lumii, V. I. Lenin scrie: „Engels a arătat, luîndu-l drept exemplu pe Dühring, că o filozofie cît de cît consecventă poate deduce unitatea lumii sau din gîndire, şi atunci ea devine neputincioasă în faţa spiritualismului şi a fideismului, argumentele unei asemenea filozofii reducîndu-se în mod inevitabil la o înşirare de fraze de scamator, sau din realitatea obiectivă, existentă în afara noastră, care în gnoseologie poartă de mult denumirea de materie şi este studiată de ştiinţele naturii".

Scanned with OKEN Scanner

Concepţia religioasă despre lume se leagă foarte strîns de idealism. Reprezentînd o reflectare denaturată a lumii înconjurătoare, doctrinele religioase nu se întemeiază pe fapte, ci pe credinţă, conţinutul lor fiind născocirile mistice despre zei, rai şi iad, despre sufletul nemuritor etc. Religia răspunde în acelaşi spirit şi la problema originii şi existenţei lumii. Lumea, potrivit religiei, nu există prin ea însăşi, ci a fost creată de dumnezeu, cu alte cuvinte lumea a avut un început, care a constat în crearea ei „din nimic". În felul acesta, şi religia vede unitatea lumii în esenţa ei spirituală. Putem spune că idealismul furnizează „argumente" pseudoştiinţifice pentru fundamentarea tezelor religiei. Aici se vădeşte cît se poate de pregnant menirea filozofiei idealiste, pe care Marx a caracterizat-o sugestiv ca „slujnică a teologiei".

CUVÎNTUL HOTĂRÎTOR AL PRACTICII

Practica — practica de producţie şi socială, precum şi activitatea ştiinţifică a oamenilor — constituie baza cunoaşterii. Cerinţele practicii au trezit la viaţă ştiinţele naturii, cu ajutorul cărora omul studiază lumea materială. Principiul suprem al filozofiei ştiinţifice constă în considerarea practicii drept criteriu al adevărului. „Punctul de vedere al vieţii, al practicii, trebuie să fie punctul de vedere prim şi fundamental al teoriei cunoaşterii — arăta V. I. Lenin. — Şi acest punct de vedere ne conduce în mod inevitabil la materialism, respingînd din capul locului interminabilele născociri ale scolasticii profesorale".

Ştiinţele experimentale şi teoretice ale naturii, care dezvăluie legităţile proceselor materiale ale lumii, îmbogăţesc necontenit materialismul cu noi arme în lupta împotriva idealismului. Un rol însemnat l-au jucat în această privinţă adoptarea teoriei atomiste a structurii materiei şi demonstrarea practică a existenţei atomilor. Căutînd să explice unitatea lumii pornind de la ideea

Scanned with OKEN Scanner

că totul constă din atomi în mişcare, Democrit nu a fost încă în stare, din cauza nivelului scăzut al ştiinţei vremii, să dovedească experimental această teză. Dar materialismul mecanic din secolele al XVII-lea şi al XVIII-lea, preluînd ideile lui Democrit, a putut să se refere la mecanica lui Newton şi la succesele chimiei în curs de dezvoltare. De la începutul secolului al XIX-lea, chimia a început să furnizeze dovezi concludente în sprijinul ideii structurii atomice a tuturor corpurilor. Analiza spectrală a luminii stelelor, nebuloaselor şi cometelor, precum şi analiza compoziţiei meteoriţilor căzuţi pe Pămînt, au arătat că substanţa acestor corpuri cereşti conţine atomii aceloraşi elemente chimice care există pe Pămînt (hidrogen, heliu, fier etc.). Studierea fenomenelor care au loc în organismul animalelor şi al omului a confirmat că la baza lor stau procese chimice. Aceasta înseamnă că procesele fiziologice implică regrupări şi combinări ale aceloraşi atomi care alcătuiesc compuşii organici şi anorganici complecşi.

Sinteza remarcabilă efectuată de Wöhler şi o serie de lucrări ulterioare ale lui Kolbe, Berthelot, Butlerov şi ale altor oameni de ştiinţă au contribuit la confirmarea unităţii materiale a naturii organice şi celei anorganice. Ele au înlăturat, în principiu, hotarul dintre organic şi anorganic şi au spulberat ficţiunile idealiste despre „forţa vitală".

Chimia a demonstrat că există doar un număr limitat de atomi calitativ diferiţi ai elementelor chimice. D. I. Mendeleev a stabilit legătura dintre ei pe baza legii periodicităţii pe care a descoperit-o. Toţi atomii şi toate corpurile alcătuite din atomi posedă masă, care este purtătorul forţei gravitaţiei. Conform fizicii clasice, forţa gravitaţiei era elementul general al conexiunii universale. Toate corpurile materiale se atrag reciproc. S-a constatat că forţele gravitaţionale pe Pămînt şi în întregul univers cunoscut de noi au aceleaşi caracteristici.

Scanned with OKEN Scanner

Descoperirea de către Joule, Mayer şi Lenz a legii conservării şi transformării energiei a constituit o dovadă convingătoare a legăturii universale şi a unităţii materiale a lumii. Diferitele forme ale energiei (energia mecanică, electrică, termică, chimică etc.) s-au dovedit legate între ele, ele putînd trece una într-alta, conform unor raporturi determinate, precise.

Ştiinţa pătrunde tot mai adînc în procesele microcosmului, în structura atomului şi a nucleului. Aceste obiecte şi legi se deosebesc esenţial de corpurile şi de legile macrocosmului; toate obiectele însă, în ultimă instanţă, sînt alcătuite din aceleaşi particule elementare: electroni, protoni, neutroni, fotoni etc. Independent de dimensiunile lumii înconjurătoare studiate, omul întîlneşte pretutindeni numai obiecte materiale şi procese materiale, care, fără excepţie, există şi se desfăşoară în timp şi spaţiu, au formă şi conţinut, sînt determinate cauzal, se mişcă neîntrerupt, se dezvoltă în virtutea luptei contrariilor interne etc. Nici un lucru în lume nu este identic cu altul, dar toate au ceva comun: ele sînt materiale, există în afară şi independent de conştiinţa noastră, fapt dovedit de practica social-istorică a omului.

MATERIALISMUL METAFIZIC DESPRE MATERIE

Pînă la apariţia materialismului dialectic, toate încercările de a defini materia se bazau sau pe ideea unei materii primare, sau pe ideea caracterului comun al proprietăţilor şi structurii fizice a corpurilor şi fenomenelor. Din această cauză, orice descoperire ulterioară care schimba în mod radical imaginea noastră despre proprietăţile şi structura substanţelor răsturna, bineînţeles, şi noţiunea „definitiv stabilită“ a materiei.

Unii reprezentanţi ai materialismului premarxist au încercat să lămurească şi de pe alte poziţii problema definirii materiei. Astfel, Holbach, filozof materialist francez din secolul al XVIII-lea, considera că, „în raport

Scanned with OKEN Scanner

cu noi, materia în general este tot ce acţionează într-un fel sau altul asupra simţurilor noastre". Dar această încercare de a defini materia ca izvor al cunoştinţelor noastre nu a fost dusă pînă la capăt. Prin însăşi esenţa sa, materialismul metafizic nu putea înţelege şi stabili deosebirea şi legătura dintre concepţiile concrete, istoriceşte limitate, despre structura, proprietăţile materiei şi definirea ei ca obiect al cunoaşterii.

Materialismul dialectic a arătat în primul rînd caracterul antiştiinţific al reducerii materiei la una dintre formele sale (apa, focul sau aerul, cum făceau anticii), inadmisibilitatea identificării noţiunii de materie cu unele reprezentări sau teorii fizice. Criticînd încercările de a ridica o anumită proprietate a materiei sau o reprezentare anumită despre structura materiei, acceptată într-o perioadă dată, la rangul unei proprietăţi generale şi imuabile a materiei, V. I. Lenin sublinia că „admiterea oricăror elemente imuabile, a unei «esenţe imuabile a lucrurilor» etc. nu înseamnă materialism, ci materialism *metafizic*, adică antidialectic". Este de aceea firesc că materialismul metafizic, neajungînd pînă la ideea dezvoltării, a conexiunii şi condiţionării universale, nu a fost în stare să elaboreze noţiunea ştiinţifică, atotcuprinzătoare de materie.

Materialismul dialectic a dat o definiţie ştiinţifică a materiei, care se deosebeşte în mod principial de toate definiţiile anterioare. Materialismul dialectic pleacă de la principiul că materia nu poate fi creată sau distrusă, de la conexiunea şi intercondiţionarea universală, de la unitatea indisolubilă dintre materie şi modul ei de existenţă — mişcarea —, de la inepuizabilitatea formelor materiei în mişcare şi infinitatea ei în adîncime. De asemenea materialismul dialectic se bazează pe posibilitatea transformărilor nelimitate ale materiei dintr-o formă în alta, pe posibilitatea autodezvoltării ei neîntrerupte de la forme mai simple la forme mai complexe.

Scanned with OKEN Scanner

F. ENGELS
DESPRE MATERIE

Engels a arătat pentru prima oară calea care trebuie urmată pentru a defini noţiunea de materie. După părerea lui, această noţiune trebuie să reflecte generalul din nenumăratele lucruri şi fenomene, şi anume existenţa lor în afara şi independent de conştiinţă. Aceasta este tocmai trăsătura fundamentală a materialităţii. Noţiunea de materie trebuie să includă această „calitate" caracteristică pentru toate lucrurile şi fenomenele.

Existenţa materiei ca realitate obiectivă se manifestă în forme infinit de variate, calitativ deosebite. Prin urmare, şi studiul materiei are loc prin cercetarea diferitelor lucruri şi fenomene concrete. Totodată, Engels uneşte materia şi mişcarea într-o conexiune unică, lăuntrică. „...Materia şi mişcarea nici *nu pot* fi cunoscute altfel decît pe calea studierii diferitelor substanţe şi a diferitelor forme de mişcare ; în măsura în care le cunoaştem pe acestea din urmă, pro tanto (în aceeaşi măsură) cunoaştem şi materia şi mişcarea *ca atare*". Aici este vorba despre materia în mişcare, adică despre materia ale cărei forme concrete diferă una de alta numai pentru că se află în forme diferite de mişcare.

DEFINIŢIA NOŢIUNII
DE MATERIE
DE CĂTRE V. I. LENIN

Pe fiecare treaptă istorică a evoluţiei sale, materialismul, îmbogăţit cu noile date ale ştiinţei, relua problema definirii realităţii obiective, dezvoltînd-o şi precizînd-o în mod creator. Pe baza concepţiei materialist-dialectice despre lume, a generalizării datelor despre materie ale ştiinţelor moderne — şi în primul rînd a datelor fizicii, chimiei, fiziologiei şi biologiei —, V. I. Lenin a elaborat definiţia ştiinţifică, precisă a materiei. Demascînd idealismul care specula limitele şi greşelile materialismului vechi, metafizic, Lenin i-a criticat pe machişti, arătînd că ei confundă doctrina despre o structură anumită a materiei cu

Scanned with OKEN Scanner

înțelegerea ei ca izvor al cunoștințelor noastre, ca realitate existentă în mod obiectiv. În opera sa „Materialism și empiriocriticism", Lenin scria: „Materia e categoria filozofică care desemnează realitatea obiectivă, dată omului în senzațiile lui, copiată, fotografiată, oglindită de senzațiile noastre și existentă independent de ele".

Lenin consideră că proprietățile concrete ale corpurilor materiale — impenetrabilitatea, inerția, masa, structura electronică — sînt doar proprietăți relative, caracteristice anumitor stări ale materiei. Realizările științei moderne, descoperirea unor particule materiale — „elementare" ca structură — (protonul, neutronul, mezonul etc.), descoperirea cuantei de lumină — fotonul, particulă care nu posedă masă de repaus — au confirmat în mod strălucit justețea concluziilor lui Lenin.

În definiția lui Lenin și-a găsit expresia elementul universal care este propriu în mod obiectiv tuturor lucrurilor și fenomenelor, independent de deosebirile lor calitative: *materialitatea* lor. Tocmai prin intermediul materialității sînt unite toate lucrurile și fenomenele într-o singură conexiune obiectivă.

Așadar, materialismul dialectic recunoaște ca universală o singură proprietate a materiei, inerentă tuturor formelor ei: *de a fi realitate obiectivă, adică de a exista în afara și independent de conștiința omului.* Aceasta este proprietatea care definește materia ca izvor al întregii cunoașteri, izvor existent în mod real și aflat în afara noastră. Materialismul dialectic orientează întreaga activitate a omului spre studierea acestei realități obiective, a diferitelor forme și legi lăuntrice ale acesteia. Tocmai în problema izvorului cunoștințelor noastre, a posibilității cunoașterii lumii înconjurătoare apare opoziția radicală, fundamentală dintre materialism și idealism.

Scanned with OKEN Scanner

Noțiunea de materie formulată extrem de precis de către V. I. Lenin a jucat un rol imens în statornicirea metodei dialectice de gîndire, în lupta împotriva metafizicii și idealismului. Definind materia ca realitate obiectivă, Lenin a respins astfel concepția idealiștilor subiectivi despre corpurile materiale ca pretinse „complexe de senzații ale noastre", arătînd că lumea materială există independent de subiectul care percepe, de conștiința acestuia.

Materia reprezintă deci unica realitate obiectivă, existentă în afara conștiinței, iar conștiința este numai o proprietate derivată a materiei. După Lenin, este principial imposibil să definim în alt mod aceste două noțiuni gnoseologice, fără să indicăm care dintre ele este luată drept primordială. Prin urmare, definiția leninistă a materiei cuprinde rezolvarea materialistă a problemei fundamentale a filozofiei.

Arătînd că materia „este copiată, fotografiată, oglindită de senzațiile noastre", Lenin — în opoziție cu filozofii agnostici, care resping posibilitatea cunoașterii realității înconjurătoare, a obiectelor și a fenomenelor naturii — a arătat posibilitatea principială a cunoașterii materiei, explicînd totodată concret modul în care omul cunoaște lumea materială, care există în afara lui și independent de el.

Recunoscînd caracterul relativ, variabil al structurii și al unei serii de trăsături și însușiri concrete ale materiei, proprii unor anumite stări calitative ale ei, Lenin a dezvăluit esența dialectică a noțiunii de materie, demonstrînd că toate tentativele de identificare a materiei cu vreuna dintre formele sale concrete, particulare sînt antiștiințifice, metafizice.

Dezvoltarea ulterioară a științei a confirmat învățătura materialismului dialectic despre materie, a arătat

Scanned with OKEN Scanner

justeţea principială a noţiunii leniniste de materie, care nu poate „să se învechească" sau să fie infirmată de noi descoperiri ale ştiinţelor naturii. Dimpotrivă, datele fizicii moderne (şi îndeosebi ale fizicii din a doua jumătate a secolului al XX-lea), în legătură cu descoperirile făcute în domeniul nucleului atomic, au dus la prăbuşirea definitivă a concepţiilor şi teoriilor vechi, metafizice, despre materie, confirmînd pregnant teza fundamentală a materialismului dialectic despre dezvoltarea infinită şi inepuizabilitatea materiei, despre posibilităţile nelimitate ale cunoaşterii ei de către om.

MATERIE ŞI MIŞCARE

Lumea constituie un sistem unitar. Această unitate rezidă în materialitatea tuturor lucrurilor şi fenomenelor, aflate în conexiune. Din punctul de vedere al materialismului dialectic, al concepţiei sale despre natura mişcării, conexiunea şi mişcarea se condiţionează. Lumea materială, ca conexiune unică a unor corpuri şi fenomene calitativ deosebite, poate exista numai în mişcare.

Analizînd condiţionarea reciprocă a conexiunii şi mişcării, Engels scria : „Întreaga natură accesibilă nouă constituie un sistem, o conexiune unitară de corpuri, înţelegîndu-se aici prin cuvîntul corp toate realităţile materiale, începînd cu astrul şi terminînd cu atomul... Din însuşi faptul că aceste corpuri se află într-o conexiune rezultă că ele se influenţează unul pe celălalt, şi tocmai această influenţă reciprocă a corpurilor constituie mişcarea". Prin urmare, Engels consideră mişcarea ca modul de existenţă a materiei, ca atribut lăuntric al ei. Nu este necesar nici un impuls exterior, cum presupuneau materialiştii metafizicieni, sau vreo forţă supranaturală sub forma ideii absolute sau a lui dumnezeu, cum susţin idealiştii şi religia, deoarece mişcarea este modul de existenţă a materiei, ea făcînd parte din însăşi esenţa materiei.

Scanned with OKEN Scanner

Legea conexiunii dintre masă și energie, variabilitatea masei și a proprietăților spațiotemporale ale corpurilor în funcție de viteza mișcării, variabilitate stabilită de fizica modernă, confirmă experimental această teză a materialismului dialectic.

În ce constă esența mișcării ? Materialismul premarxist identifica mișcarea cu una dintre formele ei, și anume cu forma mecanică. Dezvoltarea științei a arătat însă clar că în afara simplei deplasări în spațiu există și alte forme de mișcare superioare. Noțiunea științifică de mișcare, elaborată pentru prima oară de materialismul dialectic, exprimă însușirea cea mai generală, proprie tuturor formelor mișcării. S-a stabilit că în cazul oricărei mișcări are loc o schimbare ; de aceea materialismul dialectic înțelege prin mișcare orice schimbare, independent de calitatea acesteia. Fenomene atît de diverse ca apariția unor noi specii de plante și animale, ruginirea fierului, transformarea substanțelor prin reacții chimice, rotația plantelor în jurul Soarelui, apariția fotonilor datorită ciocnirii unei perechi electron-pozitron, activitatea gîndirii omului, toate acestea sînt doar cîteva exemple de forme diferite ale mișcării, forme caracterizate printr-o trăsătură universală : schimbarea.

Mișcarea, considerată în sensul cel mai larg al cuvîntului, adică înțeleasă ca formă de existență a materiei, ca atribut inerent al acesteia, înglobează toate schimbările și procesele care au loc în univers, începînd cu simpla deplasare în spațiu și terminînd cu gîndirea. Întrucît noțiunea de mișcare cuprinde absolut toate schimbările și procesele din univers, „mișcarea, aplicată la materie — după cum arată Engels —, este *schimbarea în genere*".

Mișcarea materiei este însoțită de diferite fenomene și schimbări calitative, care uneori pot fi surprinse și constatate numai cu ajutorul unor aparate foarte complicate. Manifestîndu-se în diferite procese și proprie-

Scanned with OKEN Scanner

tăţi, materia în mişcare apare ca izvorul extern al senzaţiilor noastre, ea exercitînd o anumită acţiune asupra organelor de simţ şi fiind cunoscută de către om.

Studiind caracteristicile mişcării şi interacţiunii corpurilor materiale, ştiinţa descoperă particularităţile, natura concretă, esenţa acestor lucruri. „Proprietăţile corpurilor — scria Engels — se manifestă numai în mişcare; despre corpul care nu se află în mişcare nu se poate spune nimic". De aceea ştiinţele naturii nu pot cunoaşte corpurile fără a le considera în raport unul faţă de altul, în mişcare.

FORMELE FUNDAMENTALE DE MIŞCARE ALE MATERIEI

Materialismul dialectic consideră că formele de mişcare ale materiei sînt infinit de variate. Acest fapt se explică prin varietatea calitativă a formelor existente sau nou apărute ale materiei. Dar în cadrul acestei întregi varietăţi se pot desprinde formele fundamentale de mişcare ale materiei. Fiecare dintre aceste forme cuprinde un cerc mai larg sau mai restrîns de fenomene de un ordin dat, asemănătoare sub un anumit raport.

Sprijinindu-se pe datele ştiinţelor naturii din vremea sa, Engels a formulat pentru prima oară bazele clasificării formelor mişcării şi principiile relaţiilor lor reciproce. Astfel, Engels considera drept formă primă, relativ elementară de mişcare, mişcarea *mecanică*, simpla deplasare în spaţiu a macrocorpurilor (a maselor terestre şi cereşti), iar după ea formele *fizice* de mişcare — căldura, lumina, sunetul, electricitatea, magnetismul —, pe care Engels, în conformitate cu cunoştinţele din acea vreme, le asociază mişcării moleculelor. O formă mai complexă de mişcare este forma *chimică*. Engels o leagă de mişcarea atomilor în interiorul moleculelor, care duce la transformări calitative ale substanţelor, adică la schimbările compoziţiei şi structurii lor chimice. Forma chi-

Scanned with OKEN Scanner

mică de mişcare duce în mod nemijlocit la forma *organică* sau biologică a mişcării.

Aceste forme fundamentale de mişcare se află într-o legătură reciprocă, ele trecînd una în alta. Această conexiune este însă genetică ; altfel spus, în procesul dezvoltării formele mai înalte ale mişcării materiei apar din cele inferioare. Formele superioare de mişcare înglobează ca elemente subordonate formele inferioare, dar nu se reduc la acestea. Astfel, existenţa organismului viu este imposibilă fără procesele fizice şi chimice care au loc în el, dar nu putem reduce întreaga activitate vitală la o simplă totalitate a formelor de mişcare, la procese chimice sau fizice şi cu atît mai puţin la deplasări mecanice.

ŞTIINŢA MODERNĂ DESPRE FORMELE DE MIŞCARE ALE MATERIEI

Crearea fizicii atomice şi nucleare, pătrunderea ştiinţei în microcosm au dezvăluit proprietăţi noi ale substanţei şi cîmpului, au stabilit transformarea reciprocă a particulelor de substanţe în cuante ale cîmpului. Ştiinţa contemporană a aprofundat considerabil şi a îmbogăţit cu numeroase elemente noi înţelegerea formelor şi a legilor fundamentale de mişcare ale materiei, îndeosebi cele ale formei mecanice, formei fizice şi formei chimice.

După crearea teoriei relativităţii şi a mecanicii cuantice a devenit clar că forma mecanică de mişcare nu poate fi considerată drept cea mai simplă, ea fiind doar o formă relativ elementară. Chiar şi simpla deplasare a corpurilor în spaţiu este legată de schimbarea masei şi a energiei lor, de o anumită schimbare a distribuţiei maselor materiale, ceea ce duce la schimbarea structurii spaţiului — timpului.

Particulele „elementare“ (electroni, protoni, neutroni, fotoni etc.) formează cea mai elementară dintre treptele materiei pe care le cunoaştem în prezent. Ele au şi o formă proprie, deosebită de mişcare. Într-adevăr, miş-

Scanned with OKEN Scanner

carea particulei „elementare“ nu poate fi reprezentată nici ca traiectoria unui glonț, nici ca propagarea unei unde radio. Dublul caracter al acestor obiecte materiale, natura lor dualã, corpuscular-ondulatorie, determină totodată caracterul calitativ deosebit al mișcării lor. Legitățile acestei forme de mișcare sînt reflectate de fizica cuantică.

Atomii sînt alcătuiți din particule „elementare“, ei constituind astfel formații mai complexe. Mișcarea atomilor își găsește expresia în formarea, dezagregarea și transformarea moleculelor substanțelor. Aceasta reprezintă o formă mai înaltă de mișcare a unei trepte calitativ noi de dezvoltare a materiei. Specificul ei constă în schimbarea structurii interne a moleculelor substanțelor datorită mișcării atomilor din care aceste molecule sînt compuse, fără însă ca atomii înșiși să sufere schimbări radicale, transformări reciproce și distrugeri, ei participînd în aceste transformări ca un tot unitar. Această formă de mișcare și-a găsit expresia în legile chimiei.

Corpurile gazoase, lichide sau solide alcătuite din atomi și molecule au o structură mai complexă. Existența și particularitățile acestor formații materiale se manifestă în noi forme de mișcare — mecanică, electromagnetică, termică —, studiate de fizica clasică. Prin urmare, mișcarea mecanică a macrocorpurilor în sensul simplei deplasări în spațiu reprezintă doar una dintre formele fizice de mișcare ale materiei.

Formarea din elemente anorganice, în condiții determinate, a proteinei capabile să efectueze metabolismul, adică să aibă o activitate vitală, constituie trecerea la o treaptă calitativ nouă de dezvoltare a materiei, la forma ei biologică. Metabolismul, reproducerea biologică, formarea speciilor etc. țin de forma biologică de mișcare.

În sfîrșit, treapta cea mai înaltă în dezvoltarea materiei o constituie desprinderea omului din lumea ani-

Scanned with OKEN Scanner

mală, formarea societăţii umane. Totodată apare şi o formă nouă de mişcare : mişcarea socială.

Aşadar, în lumina ştiinţei moderne pot fi deosebite următoarele forme fundamentale de mişcare ale materiei în ordinea complicării lor, cu aspectele calitativ diferite ale acestor forme : forma *fizică* (mişcarea particulelor „elementare", a cîmpurilor materiale formate de aceste particule : electromagnetică, termică-moleculară şi mecanică) ; mişcarea *chimică* (transformările substanţelor) ; mişcarea *biologică* (procesul schimbului de substanţe, formarea speciilor) ; mişcarea *socială* (producţia, toate laturile dezvoltării societăţii etc.).

Această generalizare este, desigur, extrem de largă şi de relativă. Ea se va dezvolta neîncetat pe măsura progresului ulterior al ştiinţei, dar tezele principiale ale materialismului dialectic despre apariţia şi corelaţia formelor de mişcare ale diferitelor trepte de dezvoltare a materiei vor rămîne neschimbate.

CARACTERUL ABSOLUT ŞI CARACTERUL RELATIV AL MIŞCĂRII

Recunoscînd caracterul universal, etern, neîntrerupt al mişcării, materialismul dialectic nu neagă existenţa momentelor de repaus relativ şi de echilibru relativ în natură. Astfel se explică existenţa mai mult sau mai puţin îndelungată în timp a obiectelor materiale, stabile, a diferitelor specii vegetale şi animale, care au o formă determinată şi particularităţi concrete. „Posibilitatea unui repaus relativ al corpurilor, posibilitatea unor stări temporare de echilibru — scrie Engels — este condiţia esenţială a diferenţierii materiei şi, prin aceasta, a vieţii". Numai datorită existenţei momentelor de repaus relativ şi de echilibru relativ există lucruri concrete calitativ diferite. Existenţa unei forme anumite a corpului este, prin urmare, posibilă numai pentru că părţile lui componente se află în repaus şi echilibru una faţă de alta, ca, de exemplu, plămînii, inima, stomacul în organismul omului, pla-

Scanned with OKEN Scanner

netele în cadrul sistemului solar, atomii într-o rețea cristalină etc.

Conservarea de către corpuri a formei de mișcare care le este proprie constituie o altă condiție a repausului relativ. Cu alte cuvinte, existența unei specii calitativ determinate de organism viu este condiționată de caracterul interacțiunii cu mediul exterior, care rămîne constant în tot decursul vieții organismului, adică de tipul metabolismului. Astfel, respirația — extragerea oxigenului din mediul înconjurător, proces care se realizează continuu și condiționează activitatea vitală a organismului — decurge în mod diferit la om, la pești și la plante. Reacția animalelor inferioare, care posedă numai un rudiment de sistem nervos, la acțiunea lumii materiale exterioare se deosebește de reacția animalelor superior organizate, a căror activitate se bazează pe reflexele condiționate ; cu atît mai mult se deosebește calitativ caracterul acestei reacții la om, el fiind înzestrat cu conștiință, la care, după expresia lui Pavlov, există „un adaos extraordinar", al doilea sistem de semnalizare : limbajul, cuvîntul. Capacitatea peștelui de a înota, a păsării de a zbura, a omului de a se mișca pe Pămînt, adică în fiecare caz o formă aparte, stabilă de relații a organismului viu cu mediul exterior determină un anumit tip al organismului viu. Menținerea mai mult sau mai puțin îndelungată a unei anumite calități, stări, mișcări, forme a fenomenelor este tocmai expresia repausului relativ și a echilibrului relativ.

Totuși mișcarea, ca proces universal, etern și neîntrerupt, nu poate fi pusă pe același plan cu momentele de repaus și de echilibru relativ. Mișcarea, variabilitatea reprezintă elementul permanent care determină existența lucrurilor și fenomenelor, iar repausul, menținerea stării constituie doar un moment, o stare vremelnică. În acest

Scanned with OKEN Scanner

sens, mişcarea este absolută faţă de repaus. Ori ce altă înţelegere a raportului dintre variabilitate şi stabilitate este nedialectică şi duce la metafizică.

SPAŢIUL ŞI TIMPUL

În afară de materialitatea lor, corpurile infinit de variate mai au încă o trăsătură generală : toate ocupă un loc şi se află în anumite raporturi reciproce. Într-adevăr, fiecare obiect material — casa, maşina, uzina, planta, organismul viu — are întindere (lungime, lăţime, înălţime), ocupă un volum care îşi găseşte expresia în forma obiectului. Toate lucrurile care coexistă simultan sînt dispuse într-un mod determinat unul faţă de altul (mai sus, mai jos, la stînga, la dreapta, mai aproape, mai departe).

Este imposibil să ne închipuim un corp material, oricît de mic ar fi el, care să nu aibă mărime, volum şi să nu ocupe un anumit loc în spaţiu. În natură nu există astfel de corpuri „incorporale". Aşadar, spaţiul este indisolubil legat de materie. Spaţiul nu poate fi despărţit de materie, după cum nici o proprietate a substanţei nu poate fi despărţită de substanţa însăşi, ca de exemplu gustul acru al lămîii de lămîia însăşi, forma rotundă a bilei de însăşi această bilă.

Lumea este materială. Aceasta înseamnă că în întregul univers infinit nu există loc care să nu fie umplut cu materie. Ştiinţa modernă a dovedit existenţa diferitelor forme de materie, inclusiv substanţa şi cîmpul. Acolo unde nu există corpuri materiale, tipul de materie prevăzută cu greutate şi formă, locul este ocupat nu de „vid", cum afirmă idealiştii, ci de cîmpuri materiale cu formă şi proprietăţi determinate (cîmpuri electromagnetice, gravifice etc.).

Proprietăţile spaţiului sînt determinate de materie. Spaţiul este etern şi infinit, ca însăşi materia în mişcare. El are întindere, ca şi toate corpurile materiale. Calcularea volumelor corpurilor materiale a dus la sta-

Scanned with OKEN Scanner

bilirea tridimensionalității spațiului. Proprietățile spațiului au un caracter obiectiv.

Toate corpurile și fenomenele lumii materiale se află în continuă mișcare, schimbare și dezvoltare. Observația și experimentul arată că aceste schimbări nu survin instantaneu, ci într-o anumită succesiune. Astfel, grăuntele însămînțat mai întîi încolțește, după aceea se dezvoltă tulpina, planta înflorește și, în sfîrșit, dă rod; omul parcurge stadiul prunciei, copilăriei, adolescenței, maturității și, în sfîrșit, al bătrîneții. Procesul chimic de producere a acidului sulfuric trece prin trei faze: prima — obținerea bioxidului de sulf din minereuri care conțin sulf; a doua — oxidarea bioxidului de sulf pînă se obține anhidrida sulfurică; a treia — dizolvarea acesteia în apă și formarea acidului sulfuric. Dezvoltarea în timp se constată și în cazul fenomenelor sociale. Astfel, la început a existat comuna primitivă, care a fost înlocuită de orînduirea sclavagistă; după aceea a apărut feudalismul, care a fost înlăturat de capitalism, și, în sfîrșit, a început epoca triumfului socialismului și comunismului.

Această succesiune în dezvoltarea tuturor fenomenelor materiale, existența unei anumite durate a diferitelor stadii și etape ale dezvoltării arată că corpurile există în timp. Prin urmare, timpul, ca și spațiul, este o formă de existență a materiei.

Spre deosebire de spațiu, timpul are o singură dimensiune. Aceasta înseamnă că el curge mereu într-o singură direcție — de la trecut spre viitor. Experiența a arătat că nici un organism vegetal sau animal nu se mai poate transforma în grăuntele sau embrionul din care s-a dezvoltat.

Ce-i drept, în chimie se cunosc unele reacții numite reacții reversibile, de exemplu reacția în cadrul căreia substanța obținută (amoniacul, acidul iodhidric etc.) este din nou descompusă în produsele inițiale (azotul, iodul,

Scanned with OKEN Scanner

hidrogenul). Şi, totuşi, acest proces nu poate fi numit reversibil din punct de vedere temporal, deoarece el reprezintă un alt fenomen, care decurge în condiţii noi.

Pornind de la experienţa şi practica omenirii şi sprijinindu-se pe datele ştiinţelor naturii, materialismul dialectic a arătat că materia în mişcare, timpul şi spaţiul sînt legate în mod organic, lăuntric, indisolubil. „În lume — arăta V. I. Lenin — nu există nimic în afară de materia în mişcare, iar materia în mişcare nu se poate mişca decît în spaţiu şi în timp". Din această teză a lui Lenin reiese că timpul şi spaţiul, ca forme de existenţă a materiei, nu sînt identice, deşi prezintă o serie de proprietăţi comune, fiind obiective, adică existînd în afară şi independent de conştiinţă, fiind veşnice ca însăşi materia şi neavînd nici ele început sau sfîrşit. Spaţiul şi timpul sînt însă două forme calitativ deosebite de existenţă a materiei, fiecare dintre ele avînd propriile sale însuşiri şi dimensiuni caracteristice. În introducerea la „Dialectica naturii", Engels a subliniat deosebirea dintre conţinutul noţiunilor de spaţiu şi timp. Pămîntul trebuia să aibă o istorie nu numai în spaţiu, „în aşezarea lucrurilor unul lîngă altul", ci şi în timp, „în succesiunea lor unul după altul". Prin urmare, coexistenţa diferitelor forme ale materiei în mişcare îşi găseşte expresia în spaţiu, iar schimbările succesive ale stărilor ei calitative — în timp. În aceasta constă deosebirea, precum şi unitatea, indisolubila legătură dialectică a materiei în mişcare şi a formelor ei de existenţă — spaţiul şi timpul.

DEZVOLTAREA IDEILOR DESPRE MATERIE ŞI DESPRE FORMELE EI DE EXISTENŢĂ

Materialismul dialectic luptă atît împotriva idealismului cît şi împotriva metafizicii, care rupe materia de formele ei de existenţă. Cuceririle unor ştiinţe ca geometria

Scanned with OKEN Scanner

și fizica, care studiază proprietățile spațiului și timpului, constituie fundamentul trainic al filozofiei științifice.

SPAȚIUL ȘI TIMPUL ÎN FIZICA CLASICĂ

Unul dintre întemeietorii științelor exacte ale naturii, fizicianul și astronomul Galilei, a descoperit încă în 1636 principiul relativității mișcării.

Generalizînd numeroase date experimentale, Galilei a ajuns la concluzia că în ansamblu mișcarea uniformă și rectilinie (inerțială) a unui sistem nu influențează desfășurarea proceselor mecanice care au loc înăuntrul acestui sistem. Cu alte cuvinte, mișcarea corpurilor (de exemplu oscilarea pendulului, căderea unui corp, deplasarea dintr-un punct în altul etc.) decurge în același mod și după aceleași legi în orice sisteme (tren, vapor, avion, Pămînt etc.) care se mișcă rectiliniu și uniform unul față de altul.

Esența principiului relativității a fost exemplificată în mod sugestiv de către Galilei prin fenomenele care au loc pe puntea unei nave care stă pe loc sau se mișcă uniform și rectiliniu cu o viteză oarecare în raport cu Pămîntul : „...Puneți nava să se miște cu orice viteză. Dacă mișcarea este uniformă, atunci nu veți observa nici cea mai mică schimbare în acțiunile menționate și după nici una dintre ele nu veți putea aprecia dacă nava se mișcă sau stă pe loc... Aruncînd un lucru tovarășului dv. în cazul cînd el se află la proră, iar dv. la pupă, nu trebuie să-l aruncați cu o forță mai mare ca în cazul invers. Picăturile vor cădea ca și mai înainte în vasul de jos, și nici una nu va cădea în direcția pupei, chiar dacă în intervalul în care picătura se afla în aer nava a parcurs cîteva coturi..."

Pentru trecerea de la un sistem inerțial la altul Galilei a dedus formule speciale, conform cărora viteza corpului depinde de sistemul inerțial în cadrul căruia se mișcă ; așadar, viteza este o mărime relativă. Orice schimbare a însăși vitezei corpului (încetinire, accelerare,

Scanned with OKEN Scanner

schimbare a direcţiei) este însă absolută, nu depinde de sistemul inerţial.

Trecînd de la un sistem inerţial la altul, coordonatele spaţiale şi viteza corpului se schimbă, dar independent de aceasta timpul curge la fel în ambele sisteme. În cazul acestei treceri, corpul material nu-şi schimbă întinderea (lungimea). De exemplu, diferenţa coordonatelor celor două puncte extreme ale unui cilindru de fier care se mişcă uniform şi rectiliniu (adică lungimea acestui cilindru) rămîne aceeaşi în diferite sisteme inerţiale.

La fel stau lucrurile şi cu intervalul temporal. În orice sistem care se mişcă inerţial, intervalul temporal, adică durata care desparte începutul şi sfîrşitul aceluiaşi eveniment, rămîne identic. Astfel, perioada oscilaţiilor pendulului este constantă, indiferent dacă pendulul care oscilează este situat în cadrul unui sistem aflat în repaus sau în cadrul unui sistem care se mişcă uniform şi rectiliniu în raport cu acesta. Tot aşa, durata căderii unui bagaj de pe poliţă pe podeaua vagonului unui tren care se deplasează cu o viteză de 70 km/oră este egală — distanţa pe care cade rămînînd aceeaşi — cu durata căderii aceluiaşi bagaj în cabina unui vapor care înaintează cu o viteză de 20 km/oră sau în cabina avionului care zboară cu viteza de 600 km/oră. Este de la sine înţeles că locomotiva, vaporul şi avionul trebuie să se mişte uniform şi rectiliniu unul faţă de altul, adică trebuie să fie sisteme inerţiale.

În fizica clasică, conform principiului relativităţii al lui Galilei, spaţiul şi timpul erau considerate ca absolute, ca exterioare faţă de legătura lor generală, ca independente unul faţă de altul şi faţă de materia în mişcare.

IDEEA NOUĂ A LUI N. I. LOBACEVSKI

N. I. Lobacevski, eminent matematician rus, întemeietorul geometriei neeuclidiene, a formulat o idee îndrăzneaţă, care a fost pusă la baza noii teorii fizice despre spaţiu şi timp. După Lobacevski, spa-

Scanned with OKEN Scanner

ţiul este întinderea proprie tuturor corpurilor materiale. Dar atunci înţelegerea spaţiului ca ceva de sine stătător, ca rupt de materie îşi pierde orice sens real. Spaţialitatea reprezintă, în esenţă, o proprietate geometrică a corpurilor materiale.

Lobacevski, care nu se îndoia de caracterul obiectiv al legilor matematicii, a ajuns pentru prima oară, de pe poziţiile acestei ştiinţe, la rezolvarea justă a problemei spaţiului ca proprietate necesară a materiei, indisolubil legată de materia în mişcare, de structura ei. Aceasta contrazicea radical concepţiile lui Newton despre existenţa spaţiului şi timpului absolut. Abia după crearea teoriei relativităţii ideile geniale ale lui Lobacevski despre dependenţa proprietăţilor geometrice ale spaţiului de procesele materiale au devenit clare în toată amploarea lor.

PRĂBUŞIREA TEORIEI VIDULUI

Faraday a dat prima lovitură teoriei newtoniene a vidului şi ideii lui Newton despre acţiunea de la distanţă, idee bazată pe teoria gravitaţiei. Stabilind experimental influenţa mediului asupra fenomenelor electrice şi electromagnetice care au loc în cadrul lui, Faraday a ajuns la concluzia că orice acţiune trebuie să se transmită printr-un mediu material. Aceasta ducea la recunoaşterea acţiunii din aproape în aproape, a transmiterii interacţiunilor electromagnetice — „din punct în punct“ — prin spaţiul intermediar care nu este vid, ci este un anumit mediu substanţial. După părerea lui Faraday, un astfel de mediu era „eterul universal“.

Pe baza concepţiilor lui Faraday, savantul englez Maxwell a creat pentru prima oară, în deceniul al 7-lea al secolului al XIX-lea, teoria cîmpului electromagnetic, deducînd ecuaţiile din care rezulta în mod necesar existenţa undelor electromagnetice, propagate cu viteza luminii. În 1887—1888 fizicianul german Hertz a dovedit experimental existenţa acestor unde electromagnetice.

Scanned with OKEN Scanner

Cercetînd proprietăţile lor (refracţia lor prin prisme, reflectarea lor în oglinzi) Hertz a confirmat experimental concluzia lui Maxwell despre egalitatea vitezei undelor electromagnetice cu viteza luminii, stabilind totodată deplina identitate a proprietăţilor lor fundamentale.

Apariţia ideilor despre cîmpul electromagnetic, dovedirea existenţei undelor electromagnetice, stabilirea naturii electromagnetice a luminii au avut consecinţe importante pentru înţelegerea caracterului real al spaţiului şi timpului. Dar rolul hotărîtor l-au avut aici experienţele lui Michelson.

EXPERIENŢA LUI MICHELSON

În fizica de la sfîrşitul secolului al XIX-lea domnea convingerea fermă că lumina se propagă printr-un mediu inert, eterul, tot aşa cum sunetul se propagă prin aer. Se presupunea că viteza luminii faţă de Pămînt, care se mişcă prin eter, diferă în funcţie de direcţia razelor de lumină în raport cu direcţia mişcării Pămîntului. Dar natura şi structura eterului erau necunoscute.

În 1881 fizicianul american Michelson şi-a propus să descopere eterul şi să măsoare influenţa mişcării Pămîntului asupra vitezei luminii. Experienţele lui aveau o mare însemnătate, deoarece aveau să lămurească o problemă cardinală, şi anume dacă viteza de propagare a luminii depinde sau nu de viteza mişcării sursei. Aparatul construit în acest scop, aşa-numitul interferometru Michelson, făcea posibilă compararea vitezei de propagare a luminii în direcţii diferite de direcţia mişcării Pămîntului ; se crea astfel posibilitatea determinării vitezei mişcării Pămîntului însuşi în raport cu presupusul eter imobil.

Rezultatul a fost surprinzător. Experienţa, repetată de mai multe ori de către Michelson şi de către alţi savanţi, a arătat în mod concludent că lumina se propagă în toate sensurile cu *aceeaşi viteză* (în mod izotropic). Această izo-

Scanned with OKEN Scanner

tropie nu este perturbată de mișcarea Pămîntului pe orbita sa, cum ne-am fi așteptat pornind de la premisa existenței eterului universal imobil. Pe baza acestui experiment a fost formulat principiul constanței vitezei luminii în vid în toate sistemele inerțiale și a fost infirmată ipoteza eterului.

Observarea luminii emise de stelele duble conducea, de asemenea, la concluzia că viteza luminii este independentă de viteza de mișcare a surselor ei. Dacă lumina unei stele care se apropie de Pămînt s-ar propaga cu o viteză mai mare, iar lumina unei stele care se îndepărtează s-ar propaga cu o viteză mai mică, acest fenomen s-ar manifesta în iregularitățile mișcării aparente a stelelor pe orbită. În realitate însă nu are loc nimic asemănător.

CONSTANȚA VITEZEI LUMINII

Principiul relativității al lui Galilei — dependența vitezei corpurilor de mișcarea sistemului inerțial — corespundea regulii de compunere a vitezelor adoptate în mecanica clasică. Pentru un interval de timp dat, drumul luminii era compus din distanța parcursă de raza de lumină și distanța străbătută în același timp de sursa de lumină.

Experiența lui Michelson, în care sistemul inerțial era Pămînt — sursa de lumină, a demonstrat caracterul absolut al vitezei luminii. Oscilațiile electromagnetice (lumina) se propagă cu o viteză constantă de aproximativ 300 000 km/s, independent de mișcarea sursei oscilațiilor. Acest fapt contrazice legea clasică de compunere a vitezelor, care acționează în lumea „obișnuită", dar s-a dovedit a nu fi valabilă pentru lumină. Mai mult, pe cînd principiul relativității se bazează pe admiterea existenței spațiului și timpului absolut, care nu depind de nimic și nu sînt legate unul de altul, caracterul finit al vitezei luminii, constanța și independența ei de mișcarea sursei arată existența unei strînse legături interne între spațiu și timp.

Scanned with OKEN Scanner

Într-adevăr, să ne amintim ce este viteza. Viteza este distanța străbătută de un corp în unitatea de timp. Este cunoscută formula simplă care leagă aceste două mărimi : $v = \frac{s}{t}$, unde v este viteza, s — spațiul, t — timpul. Viteza se măsoară în centimetri, metri, kilometri pe secundă, minut, oră. Prin urmare, viteza este mărimea care exprimă conexiunea spațiului și timpului. Constanța vitezei luminii în toate sistemele inerțiale denotă că mărimile spațiale și temporale ale oricărui sistem se află într-o conexiune bine determinată.

Fizicianul olandez Lorenz a descoperit legile acestei conexiuni. Ținînd cont de constanța vitezei luminii, el a dedus niște expresii matematice, așa-numitele formule de transformare. Ele permit stabilirea lungimilor obiectelor și a intervalelor temporale (a ritmului) în care se desfășoară procesele atunci cînd trecem de la un sistem inerțial la alt sistem inerțial care se mișcă față de primul cu o viteză comparabilă cu viteza luminii. În cazul unei astfel de treceri, intervalele spațiale și temporale se schimbă. Mărimea acestor intervale în diferitele sisteme depinde de viteza cu care se mișcă sistemele unul față de altul. Tocmai acesta este principiul relativității spațiului și timpului. Astfel, lungimea unei bare mobile (intervalul spațial dintre coordonatele celor două extremități ale barei) se contractă într-un sistem care se mișcă în raport cu un sistem aflat în stare de repaus ; și, invers, intervalul temporal (durata dintre începutul și sfîrșitul aceluiași eveniment) se mărește.

La o viteză redusă, considerabil mai mică decît viteza luminii, modificarea intervalelor spațiale și temporale în cazul trecerii de la un sistem inerțial la altul este neînsemnată, aproape nulă. Formulele lui Lorenz trec aici în formulele de transformare ale lui Galilei din mecanica clasică. Prin urmare, formulele lui Galilei sînt un caz particular al formulelor generale ale lui Lorenz.

Scanned with OKEN Scanner

Einstein, pe care Lenin l-a numit unul dintre marii transformatori ai științelor naturii, a generalizat lucrările lui Lebedev, Michelson, Lorenz și ale altor oameni de știință. Analizînd „contradicția" dintre principiul relativității mișcării al lui Galilei și constanța vitezei luminii, el a emis ideea că fiecare sistem inerțial are unități proprii de măsură a spațiului și timpului. În sisteme diferite, kilometrii și secundele sînt diferite ; cu alte cuvinte, distanța dintre aceleași puncte materiale (lungimile) și intervalul dintre începutul și sfîrșitul acelorași evenimente (duratele) diferă de la sistem la sistem din punctul de vedere al observatorului nemișcat.

Totul era pus acum la locul său. Schimbările spațiului (lungimilor) s-au dovedit legate de schimbările duratelor, relațiile dintre mărimile spațiale și temporale în fiecare sistem inerțial rămînînd invariabile. Tocmai acest fapt își găsește expresia în constanța vitezei luminii. Prin urmare, ambele fapte experimentale concordă, între ele neexistînd nici o contradicție ; numai că principiul lui Galilei este valabil doar în domeniul proceselor mecanice lente, pe cînd legile care țin seama de constanța vitezei luminii sînt valabile pentru orice fenomene, inclusiv cele electromagnetice, avînd deci un caracter general.

Ambele teze stau la baza teoriei restrînse a relativității a lui Einstein, sau, cum mai este ea numită, a teoriei relațiilor spațiotemporale.

Prin urmare, conform teoriei relativității, dimensiunile obiectelor și intervalele temporale, ritmul desfășurării proceselor se schimbă într-un mod determinat în cazul mișcării cu viteze mari. Dimensiunea corpului se contractă pe direcția mișcării sale, iar timpul de desfășurare a proceselor în corpurile materiale mobile, în comparație cu cele aflate în repaus, se încetinește.

Concluziile teoriei relativității au fost confirmate în practică. Observațiile făcute asupra microparticulelor care

Scanned with OKEN Scanner

se mișcă cu viteze apropiate de viteza luminii, observații verificate experimental în repetate rînduri, au arătat că timpul lor de viață în cadrul mișcării lor se mărește în conformitate cu legile prezise de teoria relativității. Astfel, durata existenței unei particule „elementare" — mezonul μ — în intervalul cînd aceasta se mișcă cu o viteză imensă, apropiată de viteza luminii, în cadrul unui flux de raze cosmice — este de aproape 1,5 ori mai mare decît atunci cînd mezonul μ se află în stare de repaus relativ.

Pătrunderea omului în spațiul cosmic deschide în principiu posibilitatea verificării concluziilor teoriei relativității și pentru corpurile obișnuite; dar, repetăm, numai în principiu, deoarece pentru observarea „efectelor relativiste" (contractarea lungimilor și încetinirea scurgerii timpului), prevăzute de teoria relativității, este necesar ca nava sau racheta cosmică să se miște nu cu 8 km/s, ci cu o viteză apropiată de viteza luminii. Din anumite cauze, puse în evidență de aceeași teorie a relativității, realizarea acestei viteze nu este de loc ușoară. De aceea considerațiile privitoare la posibilitatea „călătoriei în viitor" țin deocamdată de domeniul fanteziei.

În opoziție cu concepțiile lui Newton, teoria relativității a arătat că dimensiunile spațiale și timpul nu au un caracter absolut, ci depind de mișcarea relativă a corpurilor materiale. Prin urmare, materia și formele ei fundamentale de existență — mișcarea, spațiul și timpul — se află într-o legătură strînsă, indisolubilă. Teoria relativității a relevat, de asemenea, conexiunea organică dintre spațiu și timp, stabilind existența lor într-o formă unică — spațiu-timp —, a cărei structură se schimbă în funcție de distribuția și de mișcarea maselor materiei.

Pa baza legăturii reciproce dintre spațiu și timp, teoria relativității a descoperit și conexiunea obiectivă dintre multe alte mărimi fizice: dintre masă și viteză, masă și energie.

Scanned with OKEN Scanner

Masa este o proprietate fundamentală a oricărui corp material. Corpurile cosmice, corpurile obişnuite (macrocorpurile) care ne înconjură, precum şi atomii, moleculele şi particulele „elementare“ (electronii, protonii, neutronii, pozitronii etc.), posedă masă. Mărimea acesteia depinde de dimensiunile corpurilor şi de natura substanţei lor. Newton considera că masa este măsura cantităţii de substanţă a corpului saù a cantităţii de atomi din care este alcătuit corpul respectiv. Astfel el definea masa ca o mărime invariabilă, constantă, independentă de condiţiile exterioare sau de starea corpului şi, în speţă, ca o mărime independentă de viteza mişcării sale. Această concepţie metafizică despre masă s-a menţinut pînă la sfîrşitul secolului al XIX-lea.

Fizica modernă a ajuns la noţiunea de masă pe baza studierii relaţiilor obiective, necesare ale acestei mărimi cu alte mărimi şi proprietăţi fizice (inerţia, gravitaţia, viteza, energia). Astfel, conform celei de-a doua legi a lui Newton, în fizică a fost introdusă noţiunea de inerţie a corpurilor. Inerţia este proprietatea care se manifestă în faptul că diferite corpuri capătă accelerări diferite atunci cînd asupra lor acţionează forţe egale. Corpurile se deosebesc unul de altul în această privinţă. Inerţia corpului este caracterizată prin masă, care se mai numeşte şi masă inertă, deoarece este măsurată pe baza fenomenelor inerţiale. Masa se manifestă şi în fenomenele gravifice (legea gravitaţiei universale). Prin urmare, masa este acea proprietate a materiei care caracterizează comportarea ei în cîmpurile gravifice şi în condiţiile schimbării vitezelor. Sau, altfel spus, masa este măsura inerţiei corpurilor şi a proprietăţilor lor gravitaţionale.

Apariţia teoriei electronice şi studierea particulelor „elementare“ posedînd sarcină a dus la constatarea variabilităţii masei inerte a corpului în funcţie de viteză. În felul acesta a fost respinsă concepţia despre masă ca

Scanned with OKEN Scanner

măsură a „cantității de substanță", deoarece cantitatea de substanță conținută de un corp (numărul atomilor) nu se schimbă o dată cu viteza acestui corp.

Alături de alte idei care au fost puse la baza teoriei relativității, Einstein a enunțat și ideea că viteza luminii în vid este viteza-limită a oricărui corp în genere. Cu alte cuvinte, nici un corp fizic nu poate atinge viteza luminii în vid. Ulterior, această idee a fost confirmată de observațiile astronomice. Experiența mai arată că nu este greu să imprimăm corpului o viteză de cîțiva kilometri pe secundă sau să accelerăm în ciclotron mișcarea unei particule cu mii de kilometri pe secundă. Dar cu cît viteza corpului se apropie de viteza luminii, cu atît masa lui își sporește rezistența față de orice încercare de a mări accelerația corpului ; aceasta deoarece masa este măsura inerției, iar inerția reprezintă proprietatea corpului de a opune rezistență schimbării vitezei sale. Așadar, masa corpului devine tot mai mare, iar corpul tot mai inert. De aceea nici o rachetă cosmică nu va putea atinge vreodată viteza luminii, și aceasta nu din motive tehnice, ci din cauze pur fizice. Într-adevăr, masa rachetei, crescînd enorm, ar trebui să devină în cele din urmă infinit de mare, ceea ce ar face practic imposibilă orice accelerație ulterioară.

Trebuie să arătăm că în condițiile obișnuite, în procesele care au loc în lumea noastră (în macrocosm), masa corpului crește atît de puțin, încît, practic, această creștere nu prezintă nici o însemnătate. Creșterea masei devine perceptibilă numai în cazul cînd corpurile se mișcă extrem de repede. În cadrul acceleratoarelor, această creștere a masei particulelor se manifestă deja ca un factor de frînare. De exemplu, într-un accelerator la o tensiune de 1 000 000 de electron-volți, masa electronului va fi de aproape trei ori mai mare ca masa lui inițială. Dacă un proton care se mișcă într-un ciclotron este supus unei tensiuni de 938 de megaelectron-volți, masa particulei se dublează. Acest fapt confirmă caracterul obiectiv al legității menționate.

Scanned with OKEN Scanner

Teoria relativităţii a generalizat teza dependenţei masei de viteză, stabilind că fiecare corp posedă nu numai o masă de repaus, ci şi o masă de mişcare. Studierea electronilor cu viteze mari a dus la lămurirea naturii concrete a legăturii dintre masa de repaus şi masa de mişcare a particulelor.

INTERDEPENDENŢA MASEI ŞI ENERGIEI

Energia este, ca şi masa, o noţiune fundamentală a ştiinţelor naturii. Pe baza unor experienţe precise, Lomonosov a demonstrat pentru prima oară că cantitatea globală a substanţelor care intervin în transformările chimice, deci şi masa, rămîne neschimbată. Această teză este cunoscută în prezent ca legea conservării materiei a lui Lomonosov-Lavoisier. Robert Mayer a descoperit legea transformării şi conservării energiei. Aceste legi extrem de generale cu privire la conservarea masei şi a energiei acţionează în toate procesele naturii. Einstein le-a unit într-o singură lege: legea corelaţiei dintre masă şi energie.

Fizicianul rus P. N. Lebedev reuşise deja să stabilească experimental existenţa presiunii luminii, demonstrînd astfel că undele luminoase („radiaţiile") au masă. Deoarece masa era considerată ca un criteriu fundamental al materialităţii, descoperirea că lumina, considerată pînă atunci energie pură, are masă rezolva problema naturii materiale a luminii. Ceva mai tîrziu, cînd s-a stabilit caracterul cuantic al radiaţiilor luminoase, a fost determinată şi masa m a cuantei de lumină. Ea s-a dovedit a fi egală cu $\frac{h\nu}{c^2}$. De aici rezultă formula: $m = \frac{h\nu}{c^2}$, formulă care capătă o însemnătate deosebită dacă, conform formulei lui Planck $E = h\nu$, în locul lui $h\nu$ punem E. Aceste calcule simple duc la celebra formulă a lui Einstein: $m = \frac{E}{c^2}$, sau $E = mc^2$.

Stabilirea conexiunii dintre masă şi energie, exprimată de relaţia sus-menţionată, a avut o însemnătate ex-

traordinară. Tocmai ea a arătat că atomii au o energie neînchipuit de mare. Astfel a fost trasată calea folosirii unor forme noi de energie, deschizîndu-se drumul efectiv spre era atomică.

În cadrul teoriei relativităţii, formula lui Einstein a căpătat un caracter general, ea fiind extinsă asupra tuturor particulelor substanţei (atomul, neutronul, electronul etc.), asupra tuturor corpurilor şi cîmpurilor materiale care posedă masă şi energie, independent de natura lor specifică (lumină, căldură etc.). S-a constatat că orice masă este legată de o cantitate determinată de energie, şi invers. Aceasta însemna că relaţia $E = mc^2$ este valabilă nu numai pentru cuantele de lumină, ci şi pentru orice masă a oricărei substanţe. Aşadar, problema eliberării energiei din masa unei substanţe oarecare a fost rezolvată în principiu de fizica atomică modernă. Practic însă, industria atomică de astăzi obţine energie deocamdată numai din anumite substanţe : din substanţele fisionabile.

După descoperirea presiunii luminii, definirea masei cuantei de lumină şi stabilirea relaţiei dintre masă şi energie, s-a obţinut şi demonstrarea fizică a caracterului material al energiei. Prin urmare, din punctul de vedere al materialismului dialectic, masa şi energia reprezintă două însuşiri diferite ale materiei, proprii unor anumite stări ale acesteia. Stabilirea legăturii dintre masă şi energie a constituit, de asemenea, o dovadă evidentă în sprijinul tezei cu privire la unitatea materiei şi mişcării.

TEORIA RELATIVITĂŢII CONFIRMĂ MATERIALISMUL DIALECTIC

Materialismul dialectic a dezvăluit drumul complex al cunoaşterii, drum care presupune învingerea multor contradicţii interne. Atunci cînd faptele noi, datele experimentale noi nu mai concordă cu concepţiile statornicite, ştiinţa înlătură cu hotărîre aceste concepţii, ridicînd cunoştinţele noastre pe o treaptă supe-

Scanned with OKEN Scanner

rioară. Apariția și rezolvarea permanentă a acestei neconcordanțe asigură astfel progresul, determină elaborarea unor teorii noi, care oglindesc lumea materială mai exact, mai amplu și mai profund. Vechile teorii nu sînt însă respinse integral, conținutul lor pozitiv este inclus în noile teorii, devenind un caz particular al acestora din urmă.

Teoria relativității a apărut tocmai în procesul învingerii dificultăților, a contradicțiilor de ordin experimental care erau insolubile pentru fizica lui Newton. Ea nu a înlăturat mecanica clasică, știință care, după expresia lui Lenin, constituie „o reproducere a mișcărilor reale lente", ci a precizat doar domeniul valabilității ei. Oglindind „mișcările reale de o viteză uriașă", teoria relativității a explicat contradicțiile existente ; prin domeniul valabilității sale, precum și prin varietatea problemelor îmbrățișate de ea, teoria relativității s-a dovedit a fi teoria fizică cea mai cuprinzătoare. Ea și-a arătat eficiența atît în lumea mărimilor infinit de mici, cît și în cosmos, în lumea formațiilor materiale imense, infinit de mari.

În știința modernă, această teorie reprezintă un instrument de neprețuit, o unealtă eficace în studierea structurii și proprietății materiei. Cu ajutorul ei, fizicienii, chimiștii și matematicienii explică structura fină a razelor spectrale, calculează energiile, încearcă să lămurească cauzele celui mai grandios fenomen natural — „fuga" nebuloaselor spirale —, se apropie de descifrarea esenței forțelor stranii și misterioase ale gravitației universale.

Teoria relativității a oferit dovezi științifice incontestabile în favoarea învățăturii materialist-dialectice despre spațiu și timp. Spațiul și timpul, fiind forme fundamentale de existență a materiei, nu există „în sine", ca obiecte separate, absolute și imuabile, în afara corpurilor care posedă întindere și a proceselor materiale care po-

Scanned with OKEN Scanner

sedă durată. Ele nu sînt nici forme ale intuiţiei umane, însuşiri ale conştiinţei noastre. Spaţiul şi timpul sînt strîns legate între ele şi sînt legate, de asemenea, de conţinutul lor, de materia în mişcare. Schimbarea conţinutului atrage după sine schimbarea formei.

Descoperirea unei forme calitativ noi a materiei — cîmpul electromagnetic, stabilirea variabilităţii structurii cîmpului în funcţie de viteza particulei sale purtătoare de sarcină au dus în mod necesar la formarea unor noi concepţii despre mărimile spaţiale şi temporale. În condiţiile mişcării cu viteze apropiate de viteza luminii, întinderea (dimensiunile) corpului şi durata sînt relative. Dar această schimbare a concepţiilor noastre despre spaţiu şi timp nu constituie un argument în favoarea agnosticilor, care pe această bază s-au grăbit să proclame că în lume totul este relativ. De fapt, variabilitatea ideilor noastre nu înseamnă altceva decît că ştiinţa a trecut de la cunoaşterea unor proprietăţi ale spaţiului şi timpului, legate de anumite proprietăţi ale mişcării materiei pe care le studiază mecanica clasică, la o cunoaştere mai profundă a proprietăţilor spaţiului şi timpului, a formelor nou descoperite ale materiei (cîmpul) şi a altor condiţii ale mişcării sale. Această variabilitate a reprezentărilor noastre despre spaţiu şi timp, după cum arată V. I. Lenin, dezminte tot atît de puţin realitatea obiectivă a acestora pe cît de puţin „dezminte variabilitatea cunoştinţelor ştiinţifice despre structura şi formele mişcării materiei realitatea obiectivă a lumii exterioare".

CUANTELE, UNDELE, PARTICULELE „ELEMENTARE"

Pătrunderea omului în lumea dimensiunilor mici şi a vitezelor mari constituie un însemnat pas înainte în cunoaşterea materiei. Stabilirea esenţei unor legi calitativ

Scanned with OKEN Scanner

noi ale mişcării moleculelor, atomilor, electronilor şi a altor particule „elementare" s-a încheiat prin crearea teoriei cuantice. Apariţia ei este legată, din punct de vedere istoric, de dezvoltarea opticii — acea ramură a fizicii care studiază proprietăţile luminii şi interacţiunile ei cu substanţa.

În fizica clasică, noţiuni cum sînt particula şi unda erau rupte metafizic una de cealaltă şi opuse una celeilalte. Se credea că un obiect material poate fi sau numai particulă, sau numai undă. De aceea multă vreme în ştiinţă au existat două puncte de vedere opuse asupra naturii luminii. Pe de o parte, a existat aşa-zisa teorie corpusculară, formulată de Newton încă în secolul al XVII-lea, teorie bazată pe presupunerea că corpurile luminoase emit particule de un gen deosebit — corpusculi; pe de altă parte, a existat teoria lui Huyghens despre natura ondulatorie a luminii, care se propagă printr-un mediu elastic special — eterul. Teoria corpusculară nu a fost acceptată, deoarece nu putea explica interferenţa, difracţia şi dispersia luminii. La rîndul său, teoria ondulatorie a lui Huyghens nu era în stare să explice fenomene importante ca propagarea rectilinie a luminii, polarizarea ei etc.

În 1865 Maxwell a elaborat teoria electromagnetică a luminii. În conformitate cu această teorie, lumina se propagă prin unde analoge undelor radio, dar cu o lungime de undă foarte mică. Experienţa a confirmat în mod strălucit această teorie. P. N. Lebedev a obţinut pentru prima dată unde electromagnetice scurte şi, pe baza unor experienţe foarte precise privind reflexia, refracţia şi interferenţa, a constatat unitatea lor cu undele luminoase. Faptul a fost confirmat şi de experienţele lui Hertz. Teoria lui Maxwell nu a putut însă explica o serie de probleme legate de emisiunea şi absorbţia luminii. Este vorba de probleme referitoare în primul rînd la studiul proprietăţilor corpului negru.

Scanned with OKEN Scanner

CORPUL NEGRU ŞI RADIAŢIA LUI

S-a observat de mult că, dacă privim din stradă spre ferestrele deschise ale unei case, acestea ni se par negre, indiferent de culoarea pereţilor camerei. Explicaţia este că dimensiunile ferestrelor sînt mici în comparaţie cu dimensiunile camerei, iar atunci cînd lumina se reflectă bine de pe pereţii camerei înapoi în stradă, din ferestre iese doar o mică parte a fluxului de lumină care cade din afară asupra lor. În principiu acesta este cel mai simplu model de corp negru.

Corpul absolut negru este un corp ideal care absoarbe toate razele (razele luminii vizibile, cele infraroşii, ultraviolete etc.), cu orice lungime de undă, care cad asupra lui ; prin urmare, el este corpul a cărui capacitate de absorbţie este egală cu unitatea. În natură nu există asemenea corpuri. Ce-i drept, putem întîlni corpuri acoperite cu un strat de funingine sau cu negru de platină, care par a fi corpuri negre. Ele au o capacitate de absorbţie apropiată de unitate, dar numai pentru anumite lungimi de undă, de exemplu pentru lumina vizibilă ; în alte cazuri, de exemplu, pentru lumina infraroşie capacitatea lor de absorbţie este mai mică. În condiţii de laborator a fost însă creat un corp cu o capacitate de absorbţie foarte apropiată de unitate, un corp care prin proprietăţile sale coincide practic cu corpul negru. Studierea proprietăţilor acestuia din urmă a dus la formarea noţiunii de cuante.

Se ştie că un corp mai cald decît mediul înconjurător emite un amestec de unde de lungimi diferite. Cu cît corpul este mai încins, cu atît radiaţia lui este mai intensă, inclusiv emisiunea luminii vizibile, a cărei cantitate creşte mereu. În cazul acestei radiaţii, culoarea şi intensitatea luminii nu depind aproape de loc de natura, adică de compoziţia chimică a corpului radiant, ci numai de temperatura acestuia. La aceeaşi temperatură, corpul negru radiază mai puternic ca alte corpuri.

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza radiației corpului negru s-a studiat natura relației dintre lungimea de undă a spectrului, căreia îi revine maximul energiei radiante, și temperatura corpului radiant. S-a stabilit experimental că fiecărei temperaturi a corpului negru îi corespunde o distribuție perfect determinată a intensității radiației și a lungimilor de undă. S-a descoperit, de asemenea, că intensitatea radiației luminii la toate corpurile negre se schimbă în același mod o dată cu temperatura, ceea ce denotă existența unei anumite legități.

Fizicienii au depus multe eforturi pentru a înțelege, a deduce și a fundamenta din punct de vedere teoretic această lege a radiației termice, lege care leagă intensitatea radiației, frecvența acesteia și temperatura corpului negru. Acest lucru nu a fost de loc ușor, atît timp cît rezolvarea problemei a fost abordată pe baza concepției statornicite în fizica clasică, și anume că energia este divizibilă la infinit și că este emisă în mod continuu. Formulele deduse pe baza acestui principiu contraziceau datele experimentale.

DESCOPERIREA „ATOMULUI" DE LUMINĂ

În 1900, studiind radiația luminoasă a corpului negru, fizicianul german Max Planck a abordat de pe poziții principial noi rezolvarea acestei probleme. El a abandonat concepțiile existente, formulînd ipoteza îndrăzneață că radiația și absorbția energiei luminoase, în speță emisiunea și absorbția ei de către atomii și moleculele de substanță, se face întotdeauna în cantități discrete, în porții sau cuante strict determinate. Mărimea cuantei este determinată de lungimea de undă, adică de natura radiației.

Pînă atunci știința avusese de-a face cu particule minuscule ale substanței și electricității (atomi și electroni) ; acum însă reieșea că energia (radiația luminoasă ca formă particulară a acesteia) există, de asemenea, numai în cantități infime, indivizibile : cuante sau fotoni.

Scanned with OKEN Scanner

Planck a calculat exact mărimea cuantei de energie, constatînd că ea este egală cu produsul dintre o mărime h şi frecvenţa ν a oscilaţiilor radiaţiei considerate. Mărimea cuantei elementare de energie este : $E = h\nu$. Rezultatele obţinute pe baza acestei relaţii descoperite de Planck corespund întru totul datelor obţinute pe cale empirică despre procesul radiaţiilor corpului negru.

Mărimea h, denumită constanta lui Planck sau cuanta de acţiune, este una dintre cele mai importante mărimi constante ale fizicii moderne. Ea intră în expresia legilor de mişcare a microobiectelor studiate de mecanica cuantică şi are dimensiunea acţiunii, adică dimensiunea produsului între energie şi timp. Întrucît unitatea de energie este ergul, iar a frecvenţei ν, numărul de oscilaţii în unitatea de timp este $\frac{1}{s}$, substituind valorile corespunzătoare în formula $E = h\nu$, obţinem : erg $= h\frac{1}{s}$, sau $h = erg/s$. Aceasta este dimensiunea constantei de acţiune h. Mărimea calculată a lui h este : $h = 6{\cdot}624 \cdot 10^{-27}$ *erg/s*.

Prin urmare, acţiunea există şi se transmite în cantităţi infime, indivizibile. În 1906 Einstein a ajuns la o concluzie analogă, descoperind în cadrul altor procese (fotoelectrice) indiciul existenţei particulelor minuscule de lumină, pe care le-a denumit fotoni. Ideea discontinuităţii a căpătat un caracter general, extinzîndu-se nu numai asupra substanţei, ci şi asupra tuturor celorlalte forme ale materiei şi asupra proprietăţilor ei.

Teoria cuantică a lui Planck reflectă în mod obiectiv dubla natură a luminii. Proprietăţile ondulatorii ale luminii se manifestă în propagarea ei în spaţiu, în fenomenele de difracţie şi interferenţă. Aceste fenomene se caracterizează prin perioada de oscilaţie sau prin frecvenţă şi prin lungimea de undă. Proprietăţile discontinue ale luminii se manifestă în interacţiunea cu atomi şi

Scanned with OKEN Scanner

cu molecule sub forma masei, energiei şi impulsului fotonilor.

Prin urmare, experienţele privind radiaţia corpului negru au dus la începutul secolului al XX-lea la statornicirea unei concepţii noi despre natura fenomenelor luminoase, la descoperirea cuantei de lumină. Acesta a fost punctul iniţial în crearea mecanicii cuantice, una dintre cele mai fecunde teorii ale fizicii moderne.

UNDELE LUI DE BROGLIE

Pe baza ipotezei cuantice a radiaţiei, fizicianul francez de Broglie a emis în 1924 ideea naturii corpuscular-ondulatorii a tuturor microparticulelor. De Broglie a presupus că nu numai particulei luminoase, ci şi oricărei microparticule în general avînd masa m şi mişcîndu-se cu viteza v îi corespunde o undă, a cărei lungime λ este determinată de formula $\lambda = \frac{h}{mv}$ în care h este constanta lui Planck. După de Broglie, în mişcarea oricărei microparticule se manifestă atît proprietăţi ondulatorii cît şi proprietăţi corpusculare.

În formula de mai sus se observă cu uşurinţă că, o dată cu creşterea vitezei şi a masei particulelor, se manifestă mai clar proprietăţile corpusculare, în timp ce proprietăţile ondulatorii se manifestă mai puţin clar, şi invers. Pentru corpurile obişnuite (macrocorpuri), care au o masă mare, λ este extrem de mic, fiind practic egal cu zero. Trei ani mai tîrziu, ideea îndrăzneaţă a lui de Broglie a căpătat o nouă confirmare experimentală. Este vorba de demonstrarea pe calea experimentală a existenţei fenomenelor de difracţie a microparticulelor.

FENOMENELE DE INTERFERENŢĂ ŞI DIFRACŢIE

Procesele ondulatorii şi razele luminoase, atît cele din spectrul vizibil cît şi cele din spectrul invizibil (razele Roentgen), se caracterizează prin fenomene de interferenţă (suprapunere) şi difracţie (deviere) a undelor.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste fenomene au fost descoperite pentru prima dată în optică. În anumite condiţii, de exemplu atunci cînd undele luminoase au aceeaşi frecvenţă (ele provenind din aceeaşi sursă), dar au faze şi direcţii diferite, în urma suprapunerii lor se observă fenomenul interferenţei. El se exprimă în faptul că în anumite regiuni ale spaţiului are loc intensificarea mişcării ondulatorii, iar în altele slăbirea sau anihilarea ei completă. Astfel, două unde cu aceeaşi frecvenţă şi fază dau prin suprapunere o undă rezultantă de aceeaşi frecvenţă, dar cu amplitudine dublă; două unde cu aceeaşi frecvenţă şi amplitudine, dar ale căror oscilaţii diferă cu o jumătate de lungime de undă, se amortizează reciproc.

Aşa-zisa figură de interferenţă exprimă clar rezultatul unei asemenea suprapuneri a undelor. Ea este caracteristică pentru fiecare caz în parte şi reprezintă o anumită îmbinare a dungilor luminoase şi întunecate pe un ecran sau pe o fotografie: dungi întunecate apar în locul în care, suprapunîndu-se, undele se amortizează reciproc, dungi luminoase în locul în care ele se intensifică prin suprapunere şi dungi mai puţin luminoase în locul în care undele se amortizează parţial.

Difracţia luminii apare la trecerea unui fascicul de lumină în apropierea unor obstacole foarte mici sau prin orificii înguste de un diametru comparabil cu lungimea de undă a luminii. După trecerea pe lîngă un asemenea obstacol sau printr-un orificiu, caracterul rectiliniu al undelor luminoase este perturbat, ele propagîndu-se în toate direcţiile, iar în procesul propagării ulterioare a luminii, în condiţii corespunzătoare, se observă suprapunerea undelor, obţinîndu-se deci o anumită figură de interferenţă.

Experienţele de difracţie şi de interferenţă, efectuate cu metode corespunzătoare, au permis determinarea pe deplin exactă a lungimii undelor de lumină. Prin urmare, aceste fenomene caracterizează mişcarea ondulatorie.

Scanned with OKEN Scanner

Englezul J. Thompson şi savantul sovietic P. S. Tartakovski sînt primii care au observat şi au cercetat, în mod independent unul de altul, fenomenul difracţiei electronilor.

Se ştie că numeroase metale — aurul, aluminiul, plumbul etc. — au o structură microcristalină care le face apte de a fi folosite ca reţele cristaline în studiul fenomenului de difracţie.

Lăsînd să treacă un fascicul de raze catodice (un flux de electroni) prin pelicule subţiri de asemenea substanţe şi observînd distribuţia electronilor pe placa fotografică folosită ca ecran, J. Thompson a obţinut o imagine constînd dintr-o serie de cercuri concentrice bine conturate, dispuse în jurul unei pete centrale. Această imagine se asemăna cu figura de difracţie apărută în urma trecerii prin aceeaşi reţea cristalină a razelor Roentgen de o lungime de undă corespunzătoare. Cu alte cuvinte, distribuţia cercurilor pe ecran era analogă tabloului distribuţiei intensităţii luminii în cazul trecerii ei prin aceleaşi dispozitive. Aşadar, mişcarea fasciculului de electroni este analogă propagării fasciculului de lumină, adică prezintă fenomenul de difnacţie. Întrucît fenomenul difracţiei luminii se explică pe baza reprezentărilor ondulatorii, Thompson a ajuns în mod firesc la ideea naturii ondulatorii a electronilor.

Aplicînd formula lui de Broglie $\lambda = \frac{h}{mv}$, cunoscînd masa (m) şi viteza de mişcare a electronilor (v), Thompson a calculat lungimea de undă (λ) a acestora din urmă. Convingerea lui Thompson a fost confirmată definitiv atunci cînd s-a descoperit că mărimea constantei reţelei cristaline (d) era aceeaşi atît în cazul determinării ei prin măsurări cu ajutorul razelor Roentgen cît şi în cazul măsurării ei cu ajutorul razelor catodice. Lungimea de unde (λ) pentru unul şi acelaşi fascicul de electroni era

Scanned with OKEN Scanner

aceeaşi, indiferent de genul reţelei cristaline (adică de genul metalului) şi de constanta ei.

O variantă întrucîtva diferită a aceleiaşi experienţe a fost efectuată de P. S. Tartakovski, care a observat difracţia electronilor cu viteze mici la trecerea lor printr-o foiţă subţire de aluminiu.

Descoperirea difracţiei electronilor a constituit o confirmare a ipotezei lui de Broglie despre natura ondulatorie a microobiectelor. În 1930 existenţa difracţiei a fost dovedită pentru atomii de hidrogen, de heliu, iar după aceea şi pentru neutroni. Aceasta a permis să se tragă concluzia generală că un fascicul de particule „elementare" cu o viteză şi o direcţie determinată produce figuri de interferenţă şi difracţie similare figurilor obţinute la undele de lumină. Microobiectele posedă, prin urmare, o natură corpuscular-ondulatorie, iar lungimea de undă a microobiectului corespunde formulei lui de Broglie, care a căpătat astfel în mecanica cuantică rolul celei mai generale caracteristici a microobiectului.

APARIŢIA MECANICII CUANTICE

Dubla natură a microparticulelor, ca şi emisiunea luminii în cuante, nu se încadra în reprezentările fizicii clasice. Fizica clasică privea radiaţia ca un flux continuu şi considera că particula şi unda se exclud reciproc. Aşa cum s-a mai întîmplat în istoria ştiinţei, noile date experimentale au intrat în contradicţie cu concepţiile statornicite, iar rezolvarea acestor contradicţii a împins înainte cunoaşterea structurii materiei. Dualitatea microparticulei, ideea cuantei de acţiune au fost puse la baza teoriei moderne despre mişcarea microparticulelor, la baza mecanicii cuantice.

Îmbinarea într-un singur obiect a proprietăţilor corpusculare şi a celor ondulatorii, atît de contradictorii între ele, are repercusiuni adînci asupra naturii obiectului. După cum a reieşit, microparticulele nu sînt în esenţă nici corpuscule, nici unde. Ele sînt o formaţie calitativ nouă,

Scanned with OKEN Scanner

care îmbină în sine în mod dialectic ambele genuri de proprietăţi. De aceea starea microparticulelor se deosebeşte de starea macrocorpurilor. Tot aşa mişcarea în spaţiu şi timp a microcorpurilor nu trebuie identificată cu mişcarea pe traiectorie a macrocorpurilor. Astfel, întrucît electronul este în acelaşi timp şi particulă, şi undă, poziţia lui în spaţiu în orice moment dat nu poate fi determinată printr-un sistem de coordonate, ceea ce este posibil pentru un punct material. Prin urmare, starea microparticulelor se caracterizează altfel decît starea macroobiectelor, ceea ce înseamnă că şi mişcarea microobiectelor decurge în virtutea unor legi speciale, deosebite de legile fizicii clasice.

Mişcarea microparticulelor este caracterizată de aşanumita funcţie de undă.

Pornind de la ideea lui de Broglie, fizicianul teoretician austriac E. Schrödinger a elaborat o teorie a mişcării microparticulelor care ţine seama de natura lor ondulatorie. El a descoperit ecuaţia care exprimă schimbarea stării microsistemului în timp şi permite să se determine funcţia lui de undă în orice moment dat. Poziţia electronilor în spaţiu este exprimată, aşadar, prin funcţia de undă propagată într-un domeniu spaţial mai mult sau mai puţin limitat. Orice stare determinată a microsistemului este caracterizată de o anumită valoare a funcţiei de undă. Rezolvînd ecuaţia lui Schrödinger, se poate determina, pe baza stării iniţiale date, probabilitatea ca la un moment dat particula (de exemplu electronul) să se afle într-o anumită regiune a spaţiului. Teza lui Bohr despre anumite orbite stabile ale electronilor îşi capătă explicaţia pe baza reprezentărilor ondulatorii : stabile sînt orbitele care cuprind un număr întreg de unde.

Ecuaţia lui Schrödinger, sau ecuaţia funcţiei continue de undă, este ecuaţia fundamentală a mecanicii cuantice. Pentru microsisteme ea joacă rolul pe care-l au pentru corpurile obişnuite legile lui Newton din mecanica clasică.

Scanned with OKEN Scanner

Întrucît starea sistemelor atomice este caracterizată prin funcţia de undă, cunoscînd-o pe aceasta din urmă putem determina nu numai valorile probabile ale mărimilor caracteristice particulelor, ci şi toate valorile probabile ale energiei, momentului cantităţii de mişcare şi ale celorlalte mărimi specifice pentru proprietăţile sistemelor atomice.

Pe baza funcţiei de undă se calculează, de pildă, nivelele energetice ale atomilor. Este adevărat că sensul fizic al funcţiei de undă nu a putut fi clarificat dintr-o dată. Cauza rezidă în caracterul neobişnuit al acestei noi reprezentări. Într-adevăr, caracterizînd proprietăţile ondulatorii ale particulei, funcţia de undă trebuie să oglindească simultan şi proprietăţile corpusculare ale acesteia.

Problema semnificaţiei fizice a funcţiei de undă a fost rezolvată prin stabilirea caracterului statistic al legilor teoriei cuantice.

RELAŢIA DE INCERTITUDINE

Pe baza noţiunii de funcţie de undă, cunoscutul fizician german W. Heisenberg a ajuns la temelia temeliilor mecanicii cuantice : relaţia de incertitudine. Aceasta constituie o nouă lege obiectivă a naturii, care acţionează într-un domeniu calitativ specific al lumii materiale — în microcosm.

Oglindind natura dublă, corpuscular-ondulatorie, a microparticulelor, relaţia de incertitudine a dezvăluit proprietăţi noi ale mişcării acestora, în speţă corelaţia şi conexiunea unor mărimi fundamentale care caracterizează mişcarea, şi anume coordonata şi impulsul. Heisenberg a exprimat această relaţie prin formula :

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$$

Fig. 10

unde h este constanta lui Planck, iar Δx şi Δp_x — aşazisele incertitudini sau imprecizii (limita pînă la care se poate determina valoarea unei mărimi fizice) ale coordo-

Scanned with OKEN Scanner

natei și impulsului. $\triangle x$ și $\triangle p_x$ se calculează cu ajutorul funcției de undă, care, după cum s-a arătat, are o interpretare probabilistă. De aici poate fi trasă deci concluzia că relația de incertitudine constituie caracteristica statistică a unui grup sau, cum se spune, a unui ansamblu cuantic de particule. Fasciculul de electroni care trece printr-o fantă este un asemenea ansamblu. După cum arată formula, produsul incertitudinilor coordonatei și impulsului este mai mare sau egal cu constanta lui Planck.

Din relația de incertitudine reiese : cu cît o mărime (de ex. coordonatele) este exprimată mai precis, cu atît determinarea celeilalte mărimi (impulsul) este mai puțin precisă, și invers. Așadar, microparticulele nu pot avea simultan valori precise ale ambelor caracteristici fundamentale ale mișcării, și anume coordonatele — care definesc poziția particulelor — și impulsul sau viteza. În cazul atomului, electronului etc. se poate stabili cu o precizie absolută numai una din două : sau poziția în spațiu, sau viteza. Ceea ce se poate face în cazul corpurilor obișnuite (locomotiva, avionul, pasărea etc.), pe baza legilor lui Newton, este cu totul imposibil în cazul microparticulelor. Este adevărat că atunci cînd stările sînt determinate precis, de exemplu atunci cînd membrul din stînga al relației de incertitudine este egal cu membrul din dreapta, există cea mai mare determinare a coordonatei și a impulsului.

O relație de incertitudine analogă a fost dedusă și pentru timpul (t) și energia (E) microsistemului. Ea are forma : $\triangle t \cdot \triangle E \approx h$.

Relația de incertitudine constituie o caracteristică obiectivă a stării mișcării microobiectelor, ea oglindind proprietățile lor specifice, corpuscular-ondulatorii ; relația indică conexiunea dintre incertitudinile valorilor cuantice ale diferitelor mărimi fizice (coordonate, impuls,

Scanned with OKEN Scanner

energie etc.) care definesc starea microsistemului, relevînd totodată o altă particularitate specifică a microproceselor: caracterul statistic al legităţilor lor.

PARTICULARITĂŢILE LEGILOR CUANTICE

În fizică deosebim două tipuri de legi legate între ele: legi dinamice şi legi statistice. Legile dinamice determină comportarea unor corpuri materiale izolate. Ele caracterizează mişcarea corpurilor în legătură cu interacţiunea lor. Legile dinamice fundamentale, formulate de Newton (legea inerţiei, legea schimbării mişcării, legea acţiunii şi reacţiunii), stau la baza mecanicii clasice.

Mai există însă şi legităţi condiţionate de numărul mare de particule din care este alcătuit corpul. Pentru a stabili legile sistemelor de macrocorpuri, legile unui ansamblu de fenomene şi pentru a cerceta proprietăţile lor, s-au elaborat metode statistice speciale, bazate pe teoria probabilităţii. Cu ajutorul acestei teorii, pe baza probabilităţilor cunoscute ale fenomenelor elementare, se calculează probabilităţile fenomenelor mai complexe şi se trag apoi concluzii despre legile care guvernează aceste fenomene.

Stabilirea legilor statistice în ştiinţă în a doua jumătate a secolului al XIX-lea se leagă de lucrările de teoria cinetică a gazelor, lucrări datorate fizicianului german R. Clausius, lui J. Maxwell şi fizicianului austriac L. Boltzmann. Prima jumătate a secolului al XX-lea se caracterizează prin descoperirea unui mare număr de asemenea legi în fizică, chimie, biologie şi alte ştiinţe. Astfel, pe baza metodelor statistice, s-au stabilit legile principale ale termodinamicii, s-a elaborat teoria soluţiilor, au fost studiate fenomenele electrice şi magnetice etc.

Avînd a face cu mărimile medii ale unui ansamblu de obiecte şi fenomene şi întemeindu-se pe teoria probabilităţii, legitatea statistică nu oglindeşte decît conexiunile şi proprietăţile unei mulţimi de obiecte şi fenomene de un

Scanned with OKEN Scanner

anumit gen. Ar fi însă greşit să opunem legea statistică celei dinamice. Între ele există o strînsă legătură, căci (macro)obiectul singular, a cărui comportare se supune unei legi dinamice, este guvernat totodată şi de legi statistice atunci cînd face parte dintr-un ansamblu de (macro)obiecte similare.

Pe legi statistice se sprijină şi teoria structurii substanţelor, teorie bazată pe atomistică, conform căreia macrocorpurile sînt compuse dintr-o mulţime de microcorpuri. Metoda statistică a devenit fundamentală în cercetarea microfenomenelor şi a legilor mişcării microobiectelor. Caracterul statistic al mecanicii cuantice este determinat de existenţa unor microfenomene de masă, cum sînt : difracţia electronilor, dezintegrarea radioactivă, radiaţia termică etc., ale căror legi se deosebesc calitativ de legile fenomenelor macroscopice. Caracterul statisticii din mecanica cuantică diferă însă de cel al statisticii din fizica clasică.

Deosebirea dintre cele două statistici apare deosebit de clar la analiza ansamblurilor respective. La baza legii statistice care exprimă proprietatea unui număr mare de particule stă noţiunea de grup, sau de ansamblu. Ansamblul cuantic este o totalitate de microobiecte de un anumit gen (atomi, electroni, fotoni etc.) avînd aceeaşi stare, de exemplu electronii, care sînt expulzaţi cu aceeaşi viteză din „tunul“ electronic. În mod analog, un ansamblu statistic în fizica clasică se formează, de exemplu, dintr-un număr mare de gloanţe trase de o mitralieră. Pentru acest ansamblu este însă caracteristic faptul că distribuţia impulsurilor şi distribuţia coordonatelor (în ansamblul clasic starea macrocorpului la un moment dat este determinată de obicei prin aceste mărimi) nu sînt legate între ele, iar fizica statistică, studiind proprietăţile acestor ansambluri, porneşte de la legile de mişcare a obiectelor individuale. Într-un ansamblu cuantic, distribuţia impulsului şi distribuţia coordonatelor sînt legate una de alta prin

Scanned with OKEN Scanner

cunoscuta relaţie de incertitudine. Fiecare distribuţie este calculată prin funcţia de undă, care, după cum s-a mai arătat, are o interpretare probabilistă, fiind deci o caracteristică statistică.

Caracterizînd ansamblul cuantic, funcţia de undă oglindeşte deci în mod statistic proprietăţile unice corpuscular-ondulatorii ale microobiectelor. Aceste proprietăţi îşi găsesc expresia în faptul că mecanica cuantică formulează relaţiile probabiliste nu ca relaţii între probabilităţi (şi funcţiile lor), ci ca relaţii între funcţii de undă. Pe baza funcţiei de undă se calculează probabilitatea oricărei mărimi fizice (impuls, coordonate, energie etc.).

Prin urmare, ansamblul cuantic, şi ca atare caracterul statisticii mecanicii cuantice, este calitativ diferit. Acest fapt este determinat de specificul obiectelor studiate de mecanica cuantică. Funcţia de undă, relaţia de incertitudine şi celelalte legi, teze şi noţiuni ale mecanicii cuantice reflectă, în acelaşi timp, atît caracterul statistic cît şi proprietăţile inseparabile corpuscular-ondulatorii ale ansamblului macroobiectelor mobile.

CHEIA FENOMENELOR ATOMICE

Mecanica cuantică este una dintre cele mai fertile teorii ale fizicii moderne. Ea analizează şi rezolvă un cerc larg de probleme privind structura atomului şi a nucleului atomic, procesele de emisiune şi absorbţie a luminii de către atomi, formarea spectrelor atomice şi moleculare.

Folosirea mecanicii cuantice în vederea rezolvării problemelor chimiei a dus la apariţia chimiei cuantice. Pe baza ideilor despre energia de schimb decurgînd din ecuaţia de undă a lui Schrödinger a apărut şi ideea interacţiunii de schimb a electronilor în cadrul atomilor, idee care a explicat natura legăturii chimice din moleculele alcătuite din aceiaşi atomi (cum este molecula de tipul hidrogenului).

Scanned with OKEN Scanner

Mecanica cuantică a fost aplicată cu succes în explicarea proprietăţilor electrice, termice, magnetice, optice etc. ale macrocorpurilor. Folosindu-se ipoteza existenţei unor electroni liberi în metale, a fost elaborată teoria conductibilităţii electrice şi teoria conductibilităţii termice a metalelor, precum şi teoria efectului fotoelectric la metale. Ideea interacţiunii de schimb a electronilor exteriori ai atomilor a permis descifrarea enigmei feromagnetismului.

Mecanica cuantică a dat rezultate pozitive şi în studierea unor procese importante din interiorul nucleului. Astfel, pe baza ei s-a creat teoria dezintegrării, teorie care ne permite să calculăm timpul de dezintegrare în funcţie de energia particulei expulzate. Cu ajutorul ei se calculează probabilitatea reacţiilor nucleare de un anumit tip, de exemplu probabilitatea captării particulei şi a dezagregării unui nucleu complex.

Mecanica cuantică a fost cheia cunoaşterii atomului, a descifrării tainelor structurii şi proprietăţilor acestuia. Întrucît întreaga masă, substanţă a atomului este concentrată în nucleul său, iar substanţa este legată de energie prin formula lui Einstein, procesul obţinerii energiei pe seama substanţei este legat de reacţiile nucleare. Succesele mecanicii cuantice au avut o mare însemnătate în stăpînirea efectivă a energiei atomului.

Marile succese teoretice şi practice ale ştiinţei şi tehnicii în domeniul energiei nucleare se datoresc celor două teorii principale ale fizicii moderne : teoria relativităţii şi mecanica cuantică. După crearea acestor două teorii, fizica însăşi a devenit o ştiinţă dialectică, în comparaţie cu perioada newtoniană, metafizică.

PARTICULELE „ELEMENTARE“

Descoperirea electronului ca particulă componentă a atomului a sugerat imediat ideea existenţei altor particule. Într-adevăr, electronul are sarcină negativă, în timp ce atomul în ansamblu este neutru din punct de vedere electric. Aceasta înseamnă că trebuie

Scanned with OKEN Scanner

să existe o particulă cu sarcină pozitivă, care să neutralizeze sarcina electronului.

În urma unor lungi și încordate căutări, abia după 17 ani de la descoperirea electronului, Rutherford a descoperit în 1914 antipodul acestuia : particula atomică cu sarcină pozitivă. Experimentul a fost simplu și ingenios. Folosind ca „artilerie" razele catodice, Rutherford „a bombardat" cu ele hidrogenul. După „bombardament" s-a descoperit că atomii de hidrogen neutri s-au transformat în atomi încărcați pozitiv. Concluzia putea fi una singură. Fluxul „proiectilelor" a smuls electronii din învelișurile atomilor de hidrogen și au rămas numai nucleele atomilor, cu o sarcină pozitivă. Dar, după cum se știe, conform sistemului periodic al lui Mendeleev, hidrogenul este elementul cel mai simplu, atomul de hidrogen este cel mai simplu atom ; așadar, în învelișul său trebuie să existe un singur electron, iar în nucleul lui, în mod corespunzător, un antipod „elementar" al electronului. Această particulă antipod a fost denumită de Rutherford proton. S-a constatat că, avînd o sarcină electrică cantitativ egală și opusă ca semn sarcinii electronului, protonul este de 1 840 de ori mai greu ca acesta. Masa protonului este de $1{,}67 \cdot 10^{-24}$ g. Și totuși, în ciuda greutății sale superioare, protonul este neînchipuit de mic. După comparația sugestivă a lui Heisenberg, într-un centimetru cub de apă sînt tot atîția protoni cîte fire de nisip există în deșertul Sahara.

Studiul caracterului legăturii dintre locul elementului în sistemul periodic și structura atomului lui a dus la descoperirea unei alte particule „elementare". Printr-un șir de experimente complexe, Moseley, elevul lui Rutherford, a dovedit că numărul care desemnează cantitatea sarcinilor nucleare pozitive ale elementelor este egal cu numărul de ordine stabilit de Mendeleev pe baza greutății atomice a respectivului element. Așadar, sarcina nucleelor atomice ale elementelor dispuse succesiv în tabel crește de

Scanned with OKEN Scanner

fiecare dată cu o sarcină pozitivă (adică cu o unitate pozitivă). În felul acesta, hidrogenul are în nucleul său o sarcină pozitivă, litiul trei, iar azotul cinci sarcini pozitive. În conformitate cu aceasta, elementele ocupă un anumit loc în sistemul periodic. Justeţea legii descoperite de Mendeleev a fost relevată din nou, pe baza ultimelor date ale ştiinţei despre structura nucleului atomic.

Compararea sarcinilor atomice cu greutăţile atomice a dus însă la rezultate neaşteptate. Se părea că, întrucît aproape întreaga masă a atomului este concentrată în nucleul lui, greutatea atomică a elementului trebuie să corespundă greutăţii masei totale a protonilor din nucleu. Astfel, dacă atomii de litiu au trei sarcini nucleare pozitive, greutatea lor atomică convenţională trebuie să fie de 3 ori mai mare decît greutatea protonului (adică a nucleului de hidrogen, a cărui greutate convenţională este egală cu 1,008). În realitate însă greutatea atomică a litiului este de aproape 7 ori mai mare decît cea aşteptată. Greutăţile atomice ale tuturor elementelor (cu excepţia hidrogenului) erau mai mari decît greutatea totală a protonilor pe care îi conţin. De aici urma că nucleul atomic trebuie să mai conţină şi alte particule. După cum prevedea Rutherford, aceste particule sînt neutre din punct de vedere electric şi trebuie să aibă aproape aceeaşi masă ca protonul.

În 1930, supunînd metalul beriliu acţiunii razelor α, oamenii de ştiinţă germani Bothe şi Becker au descoperit că beriliul emitea cu acest prilej raze foarte dure cu o putere de pătrundere uriaşă. La început s-a crezut că aceste raze artificiale sînt analoge razelor γ şi reprezintă unde electromagnetice. Faptul că aceste raze noi nu erau deviate de cîmpul magnetic confirma această presupunere.

S-a dovedit însă că, spre deosebire de razele γ, razele beriliului prezintă o particularitate extrem de importantă. Căzînd asupra unei substanţe care conţine hidrogen

Scanned with OKEN Scanner

(de pildă parafina), ele îi smulg protoni, adică nuclee de hidrogen. Faptul în sine nu era greu de explicat. Nucleele hidrogenului posedă masa cea mai uşoară şi de aceea ele pot fi desprinse cel mai uşor ; acest fenomen arată însă şi altceva : energia uriaşă a noii radiaţii, care depăşeşte considerabil energia razelor γ .

În 1932 Chadwick a descoperit că aceste raze noi sînt de natură corpusculară, ele constituind un flux de particule neutre. Ele au fost denumite neutroni. Acestea erau particulele prezise de Rutherford şi căutate mai bine de zece ani. Experienţele ulterioare au stabilit precis că neutronii apar la fel ca protonii, prin ciocnirea unei particule încărcate cu nucleul atomic.

Curînd după aceea savanţii au putut să aprecieze proprietăţile „artileristice" de neînlocuit ale neutronilor. Fiind neutru din punct de vedere electric, neutronul nu se abate şi nu deviază din drumul său atunci cînd trece în apropierea unor particule încărcate. Aşa se explică uriaşa lui capacitate de pătrundere şi de distrugere. Cu ajutorul neutronului au fost realizate numeroase reacţii nucleare. Dar întreaga însemnătate a acestei particule a devenit deosebit de limpede abia după descoperirea reacţiei în lanţ a uraniului, descoperire care a devenit cunoscută întregii lumi după explozia bombelor atomice.

Se părea că acum fuseseră dezvăluite toate tainele atomului. Se putea trece la explicarea alcătuirii sale, la studiul structurii nucleului atomic. Ştiinţa s-a ridicat pe o treaptă mai înaltă a cunoaşterii materiei.

MODELUL ATOMULUI

În 1911, încă înainte de crearea mecanicii cuantice şi de descoperirea protonului şi neutronului, Rutherford a încercat să schiţeze primul model intuitiv al atomului, aşa-numitul model planetar. Pornind de la caracterul absorbţiei şi dispersiei particulelor α de către atomii diferitelor substanţe bombardate cu raze α, Rutherford a presupus că atomul are o structură discretă. În centrul atomului se

Scanned with OKEN Scanner

află nucleul, cu o sarcină pozitivă, care ocupă o parte neînsemnată din volumul total, dar în care se concentrează aproape întreaga masă a atomului, greutatea atomică fiind astfel determinată aproape exclusiv de masa nucleului atomic.

La o distanţă foarte mare, comparabilă cu distanţa planetelor de Soarele în jurul căruia se rotesc, electronii se mişcă în jurul nucleului cu o viteză enormă. Sarcina lor totală este egală cu sarcina pozitivă a nucleului, deoarece atomul în ansamblu este neutru din punct de vedere electric. Dar spre deosebire de sistemul solar, în care planetele se menţin pe traiectoriile lor datorită forţelor de gravitaţie, în atomi acţionează forţe electrice. Ele silesc electronii să urmeze o traiectorie determinată în jurul nucleului şi să se rotească totodată în jurul propriei lor axe.

Dar acest model, cit se poate de simplu, conţinea o contradicţie esenţială. Conform legilor electrodinamice, electronul care se roteşte ar trebui să emită treptat energie sub forma unor oscilaţii electromagnetice. Datorită pierderii de energie, mişcarea electronului ar trebui să se încetinească şi, în urma perturbării echilibrului dintre forţele electrice de respingere şi de atracţie, electronul ar cădea în cele din urmă pe nucleu. Aceasta nu concordă cu datele experimentale.

În 1913 fizicianul danez N. Bohr a înlăturat această contradicţie a modelului planetar, creînd teoria dinamică a structurii atomului. Bohr a presupus că electronii se învîrtesc în jurul nucleului pe orbite perfect determinate. Mişcarea electronilor pe aceste traiectorii speciale poate continua oricît de mult fără să se producă radiaţii, adică fără pierdere de energie, menţinîndu-se stabilitatea atomului. Aplicînd la fenomenele atomice ideea lui Planck despre emisiunea discontinuă, în cuante, a energiei, Bohr a presupus de asemenea că emisiunea porţiei de energie sub forma luminii cu o lungime de undă determinată are

Scanned with OKEN Scanner

loc numai atunci cînd electronul trece de pe o orbită mai îndepărtată pe o orbită mai apropiată de nucleu.

Fizicianul elveţian Pauli a confirmat ipoteza lui Bohr despre orbitele alese, dovedind că într-un atom nu pot exista doi electroni avînd aceeaşi stare de mişcare, sau, altfel spus, în atom nu poate exista mai mult decît un singur electron avînd o anumită stare cuantică. Acest principiu este cunoscut în fizică sub numele „excluziunea lui Pauli".

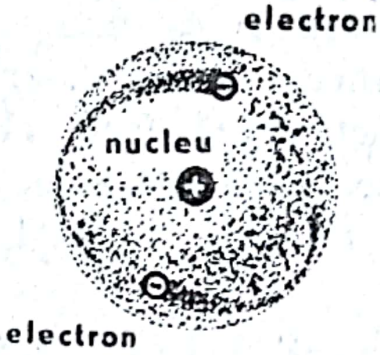


Fig. 11

Bohr a explicat pentru prima dată esenţa procesului de emisiune şi absorbţie a luminii de către atomi, asociind acest fenomen de structura atomică. Pe baza frecvenţei radiaţiei hidrogenului s-a putut determina raza orbitei electronului său şi deci s-au putut obţine date asupra dimensiunii atomului. Dar aceste calcule cantitative nu pot fi efectuate în cazul atomilor mai complecşi ai altor elemente chimice. Caracterul real al mişcării electronilor este mult mai complex decît îl arată teoria lui Bohr. Legile de mişcare şi particularităţile structurii atomului au fost reflectate numai de mecanica cuantică.

Descoperirea particulelor nucleului — protonul şi neutronul —, numeroasele date obţinute prin observaţie cu ajutorul diferitelor aparate de măsură au permis precizarea continuă a modelului intuitiv al atomului propus de Rutherford şi de Bohr. Dar, ca orice încercare de a prezenta microcosmul invizibil, calitativ specific, în mod

Scanned with OKEN Scanner

intuitiv, vizibil, prin imagini şi reprezentări accesibile înţelegerii noastre, modelul atomic oferă doar un tablou mai mult sau mai puţin aproximativ şi extrem de superficial. Într-adevăr, aproape toate modelele descriu electronul ca o particulă care se roteşte în jurul nucleului ; în realitate însă, electronul este şi corpuscul, şi undă. Determinarea structurii electronului rămîne pînă astăzi una dintre cele mai dificile probleme nesoluţionate ale fizicii teoretice.

Fizica modernă oferă argumente solide în sprijinul tezei că particulele nucleare — protonii şi neutronii — au de asemenea o structură complexă. Aşadar, termenul „elementar" nu corespunde esenţei reale a particulelor nucleare. Se presupune că în centrul fiecărei particule se află un nucleu compact, înconjurat de un înveliş mezonic mai puţin compact. Explicaţia probabilă a infinitelor transformări caleidoscopice ale particulelor trebuie căutată, evident, în această structură complexă a lor.

STRUCTURA NUCLEULUI ATOMIC ŞI FORŢELE NUCLEARE

„Clarificarea" foarte relativă care părea să se fi produs după crearea modelului intuitiv al atomului propus de Rutherford-Bohr avea totuşi numeroase elemente neclare şi întunecate. Înainte de toate era vorba de structura nucleului şi de natura forţelor nucleare.

În 1932 fizicianul sovietic D. D. Ivanenko, iar ulterior, independent de el, W. Heisenberg au emis teoria structurii protono-neutronice a nucleului, teorie unanim acceptată în prezent. Trei ani mai tîrziu, N. Bohr a completat-o cu „modelul picăturii". Conform acestui model, protonii şi neutronii — particulele nucleare care au căpătat denumirea generică de nucleoni — nu stau imobili unul lîngă altul, ci se află în mişcare continuă, dezordonată, schimbîndu-şi permanent locurile. De aici urmează că şi forma nucleului însuşi trebuie să se schimbe mereu. Avem temeiuri să presupunem că între toţi nucle-

Scanned with OKEN Scanner

onii acţionează forţe aproximativ egale şi foarte mari. De aceea particulele nucleului vor tinde să se afle cît mai aproape una de alta. În cazul ideal, prin urmare, nucleul poate avea formă sferică.

Un tablou destul de asemănător prezintă şi picătura unui lichid omogen, de pildă apa. Toate moleculele din

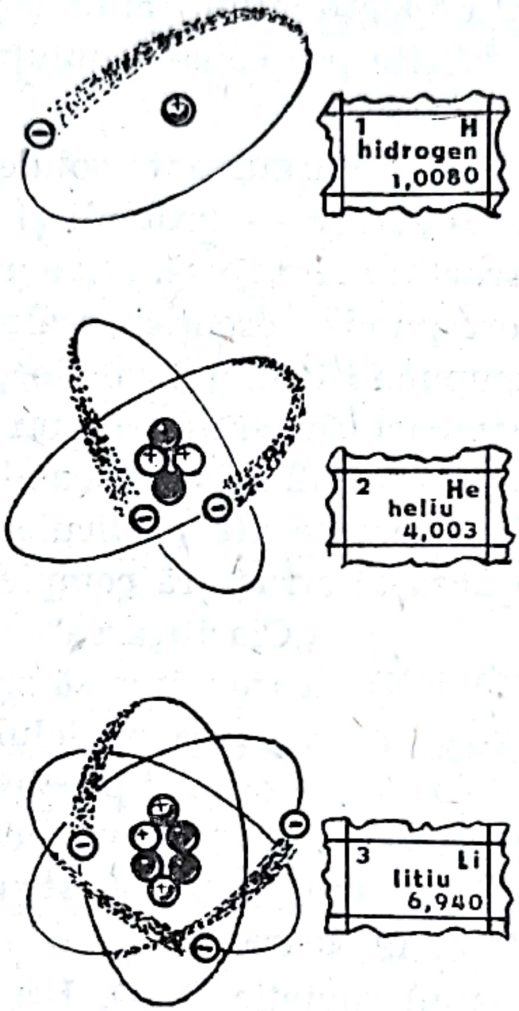


Fig. 12

care este alcătuită picătura sînt perfect analoge. Forţele care acţionează între ele sînt de asemenea identice. Datorită acţiunii acestor forţe, picătura va tinde să ia forma corespunzătoare minimului de energie, şi anume forma sferică.

Modelul nucleului, creat prin analogie cu picătura unui lichid, s-a dovedit a fi foarte util în analiza unor proprietăţi şi a comportării nucleelor atomice. Ca şi mo-

Scanned with OKEN Scanner

leculele care alcătuiesc picătura lichidă, particulele nucleului se află în interacţiune, efectuînd un schimb de energie. Recurgînd însă la asemenea reprezentări, preluate din alte domenii ale lumii materiale, trebuie să subliniem încă o dată că ele nu oglindesc pe deplin specificul calitativ al formei nucleare a materiei. De aceea „modelul picăturii" poate oferi o reprezentare intuitivă doar aproximativă despre nucleul atomic şi despre forma acestuia.

Problema cea mai complexă, rămasă încă neclară, este problema naturii forţelor nucleare. Într-adevăr, dacă conexiunea dintre învelişul atomic negativ şi nucleul pozitiv se realizează datorită forţei de atracţie electrostatice, a cărei acţiune este exprimată de legea lui Coulomb, atunci ce fel de forţe leagă la un loc particulele nucleului? Avînd aceeaşi sarcină, protonii ar trebui să se respingă reciproc. Acţiunea forţelor lui Coulomb este deci exclusă aici. Evident, forţele care leagă particulele nucleului nu pot fi nici de natura forţelor care acţionează în sistemul solar — forţele de gravitaţie —, deoarece masa particulelor nucleului este extrem de mică. Şi, totuşi, numeroase experienţe au dovedit în mod convingător că protonii şi neutronii fără sarcină electrică sînt trainic legaţi între ei. Care sînt forţele acestei legături reciproce, ce natură au ele, care este mărimea şi raza lor de acţiune?

În prezent s-a stabilit că legătura dintre particulele pozitive şi neutre ale nucleului este asigurată de nişte forţe de un gen deosebit: *forţele nucleare*. Raza lor de acţiune este extrem de mică. Experienţe privind împrăştierea diverselor particule de către nuclee au pus în evidenţă faptul că, la distanţe de ordinul $1 \cdot 10^{-13}$ cm, forţele nucleare sînt foarte mari. Cu mărirea distanţei ele scad atît de rapid, încît, la distanţa de $2—3 \cdot 10^{-13}$ cm de la mijlocul nucleului, ele sînt deja practic egale cu zero, cîmpul de acţiune al forţelor nucleare dispărînd aproape brusc.

Scanned with OKEN Scanner

Aceasta este o trăsătură specifică forţelor nucleare, care le deosebeşte radical de forţele electrostatice, a căror acţiune scade treptat. Aceasta determină caracterul aparte, calitativ nou al forţelor nucleare.

Încă înainte, cu prilejul studierii radioactivităţii, s-a stabilit că radiaţiile care însoţesc acest fenomen, adică dezintegrarea nucleului atomic, conţin electroni sub forma unui flux de raze β . De unde apar electronii în nucleu ?

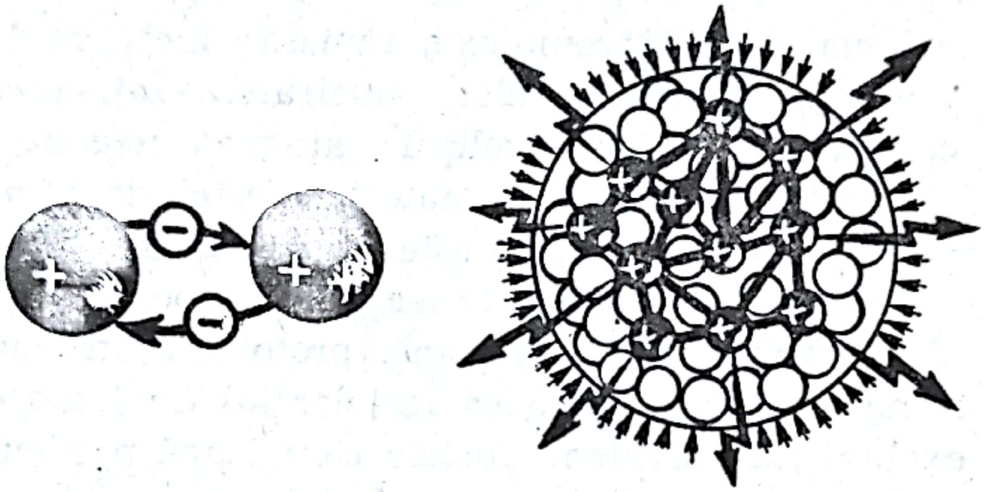


Fig. 13

S-a făcut presupunerea că ei apar acolo în procesul transformării reciproce a protonilor şi neutronilor, care sînt, de fapt, o particulă unică : nucleonul ; cu alte cuvinte, protonul şi neutronul reprezintă doar stări diferite ale unuia şi aceluiaşi nucleon. Trecerea nucleonului dintr-o stare în alta este însoţită de emisiunea sau de absorbţia electronilor obişnuiţi şi a electronilor cu sarcină pozitivă — pozitronii.

Plecînd de aici, I. E. Tamm, D. D. Ivanenko şi W. Heisenberg au dezvoltat ideea forţei de schimb. Aceasta apare şi acţionează ca rezultat al unor transformări reciproce a protonilor şi neutronilor, transformări care se succed foarte rapid. Acest proces poate fi prezentat în felul următor : detaşînd un electron şi un neutrino — o particulă neutră din punct de vedere electric şi care are o masă de repaus egală cu zero —, neutronul devine proton ;

Scanned with OKEN Scanner

protonul preia aceste particule şi se transformă în neutron. Electronul şi neutrino zboară cu viteze imense înainte şi înapoi între ambii nucleoni, care se transformă alternativ în protoni şi în neutroni. Aici apare forţa reciprocă de atracţie, deoarece energia totală a acestui sistem legat sau dublat astfel este mai mică decît atunci cînd particulele (proton-neutron) există în mod independent. Acest fenomen corespunde întru totul principiului general după care sistemul tinde mereu spre starea de energie minimă.

Prin natura lor, forţele de schimb sînt înrudite cu forţele legăturii chimice dintre doi atomi omogeni care se asociază pe baza unui schimb reciproc de electroni, formînd astfel o moleculă.

Ipoteza caracterului de schimb al forţelor nucleare nu poate fi însă considerată satisfăcătoare. Problema mărimii relative a forţelor de schimb în interacţiunea protonilor şi neutronilor, precum şi a mărimii relative a forţelor de interacţiune dintre aceleaşi particule proton-proton şi neutron-neutron, rămîne pînă în prezent nelămurită. De aceea se fac noi şi noi încercări de a crea o teorie mai satisfăcătoare a forţelor nucleare; printre aceste teorii se numără şi ideea cîmpului mezonic.

DAR ACEASTA NU ESTE ÎNCĂ TOTUL

Părea acum că, cel puţin în principiu, teoria atomului este perfectată. Exista o concepţie despre structura atomului şi natura forţelor lui, despre distribuţia particulelor deja cunoscute înăuntrul atomului, concepţie care concorda mai mult sau mai puţin cu datele experimentale. Astfel, „cărămizile“ de bază ale atomului — protonul şi neutronul — se află în nucleu, iar electronii sînt dispuşi în spaţiu în jurul său. Fotonul, sau cuanta de emisiune, este particula de bază a cîmpului electromagnetic. Fotonul se mişcă întotdeauna cu viteza luminii, nu are masă de repaus şi nici sarcină electrică, deşi este purtătorul energiei electromagnetice. Mişcarea

Scanned with OKEN Scanner

și poziția electronilor negativi în jurul nucleului pozitiv permitea stabilirea și explicarea multor proprietăți și stări fizice și chimice ale substanțelor obișnuite (valența, greutatea specifică, duritatea, radiația de lumină, reactivitatea chimică, caracterul legăturilor etc.).

Au fost lămurite, de asemenea, unele proprietăți foarte importante ale particulelor. S-a stabilit, de pildă, că ele se rotesc în jurul axelor lor. Fiecare particulă este caracterizată printr-o mărime strict determinată a rotației, spinul (în limba engleză „spin" înseamnă învîrtire, răsucire). S-a admis că spinul protonului, electronului, neutronului este egal cu jumătatea unei mărimi convenționale, iar spinul fotonului — cu unitatea. Au fost lămurite, de asemenea, și particularitățile legate de momentul de rotație sau spinul diverselor particule. Astfel, întrucît particulele cu sarcină devin prin rotație magneți minusculi, asupra lor acționează cîmpuri magnetice exterioare. Conform legilor mecanicii cuantice, această acțiune se exprimă în faptul că, în raport cu cîmpul exterior aferent, axa de rotație a fiecărei particule poate lua numai poziții pe deplin determinate. Particula cu spinul $^1/_2$ poate lua numai două poziții. În funcție de sensul rotației, ea este dispusă cu axele ei fie în direcția cîmpului, fie în direcție contrară. Particula cu spinul 1 poate lua trei poziții, adică axa ei de rotație poate fi îndreptată de-a lungul cîmpului, în direcție contrară, precum și de-a curmezișul ei.

Spinul determină și caracterul „statisticii", cu ajutorul căreia se încearcă să se stabilească legitățile care guvernează ansamblurile de particule. Particulele cu spinul $^1/_2$ satisfac celebrul principiu al „excluziunii lui Pauli", se supun statisticii descoperite de savantul italian Fermi și de fizicianul englez Dirac ; aceste particule se numesc fermioni. Sisteme de particule similare fotonului cu spinul 1, asupra cărora nu se extinde principiul

Scanned with OKEN Scanner

lui Pauli, se supun statisticii elaborate de fizicianul indian Bose şi de Einstein, ele fiind denumite bozoni.

Fermionii (protonii, electronii, neutronii) constituie principalul material de construcţie. Nucleele atomilor, atomii şi moleculele din lumea înconjurătoare sînt alcătuite din fermioni. Bozonii au un rol de legătură. Ei realizează interacţiunea dintre fermioni, interacţiune care se manifestă în existenţa unor forţe de diverse genuri, cum sînt forţele nucleare.

Toate aceste cunoştinţe despre particulele „elementare" studiate erau în concordanţă cu realitatea, dar rămîneau cu totul lacunare. Curînd a devenit clar că este imposibil să se explice comportarea nucleului atomic numai pe baza comportării protonului, neutronului, electronului şi fotonului. Fenomenele atomice sînt mult mai complexe şi mai variate. Ele nu se limitează cîtuşi de puţin la acţiunile acestor patru participanţi. De aceea fizicienii continuau să asalteze cu tenacitate nucleul atomic.

Nivelul înalt al industriei grele moderne a permis înarmarea cercetătorilor cu mijloace experimentale perfecţionate. În curînd, cu ajutorul puternicelor instalaţii ale „artileriei nucleare" — ciclotroanele, sincrofazotroanele etc. —, cu ajutorul aparatajului de precizie care fixează traiectoriile, devierile şi ciocnirile particulelor, s-a putut constata că fisiunea atomilor dă naştere unor particule noi, diferite ca sarcină, masă şi timp de viaţă.

Unele dintre aceste particule au fost descoperite iniţial în razele cosmice. Razele cosmice care ajung la noi din regiunile cele mai îndepărtate ale universului constituie un fel de verigă de legătură între cei doi poli ai lumii materiale cercetaţi de fizica modernă. A ieşit la iveală unitatea în însăşi structura materiei, ceea ce a condus la analogii între microcosm şi cosmos, a permis ca prin studierea particulelor „elementare", ale căror proprietăţi determină în ultimă instanţă diversele feno-

Scanned with OKEN Scanner

mene ale lumii materiale, să fie explicate fenomenele cosmice, apariţia stelelor şi a galaxiilor. Astfel, în adîncurile nucleului atomic ni se dezvăluie astăzi tainele proceselor grandioase ale universului. Iată de ce ştiinţa modernă rezolvă simultan problemele microcosmului şi ale cosmosului. Nici nu poate exista o dovadă mai convingătoare a tezei filozofiei ştiinţifice cu privire la unitatea materială a lumii, cu privire la conexiunea şi intercondiţionarea părţilor infinit de mici şi infinit de mari ale lumii materiale.

„PLOAIA" DIN ADÎNCURILE UNIVERSULUI

Razele cosmice se revarsă într-un torent nesfîrşit şi neîntrerupt din oceanul aerian care înconjură Pămîntul. Cu o energie uriaşă, ele străbat păturile atmosferei şi straturile de apă, pătrunzînd adînc în Pămînt. Care este originea lor, sursa energiei lor colosale? Aceste probleme se mai pun şi astăzi în faţa ştiinţei. Fizicienii sovietici au adus o contribuţie însemnată la studierea lor.

Încă înainte s-a putut constata că, prin natura lor, razele cosmice se deosebesc de oscilaţiile electromagnetice de tipul razelor Roentgen. Ele constituie un flux de particule încărcate. Dezvoltarea radioastronomiei în ultimii ani a permis să ne apropiem de rezolvarea problemei originii razelor cosmice.

S-a stabilit că în spaţiul interstelar există cîmpuri magnetice speciale care sînt de mii de ori mai puternice decît cîmpul magnetic al Pămîntului. Trecînd prin aceste cîmpuri, electronii rapizi care intră în componenţa razelor cosmice sînt accelerați, emiţînd cu acest prilej radiounde. Aparatura modernă de mare sensibilitate permite radioastronomilor captarea acestor radiounde. Pe baza lor s-a stabilit distribuţia spaţială a electronilor rapizi, care s-a dovedit a fi foarte neuniformă. În unele regiuni ale universului s-au descoperit concentraţii mari de electroni rapizi, care constituie învelişurile stelelor supernove.

Scanned with OKEN Scanner

Se presupune că așa-numitele „explozii“ ale stelelor supernove, ale căror cauze rămîn pînă în prezent enigmatice, constituie explozii nucleare de o putere colosală. Cu prilejul „exploziei“ se formează și sînt aruncate în spațiul cosmic particulele cosmice primare. Dispunînd de o energie de mișcare uriașă, care ajunge la 10 miliarde de electron-volți, aceste particule intră cu o viteză colosală în atmosfera Pămîntului și sfărîmă nucleele atomilor cu care se ciocnesc. Grindina compactă a acestor „rămășițe“ și „schije“ ale nucleelor atomice — așa-numitele raze cosmice secundare — ajung la noi, pe Pămînt, sub forma diferitelor particule „elementare“.

Trecînd în apropierea nemijlocită a nucleelor, „străpungînd“ atomul, particulele cosmice smulg electroni de pe orbită, iar atomul neutru devine un ion încărcat. Existența razelor cosmice este constatată tocmai după aceste urme, după aceste fenomene de ionizare, iar traiectoria lor se stabilește cu ajutorul camerei Wilson. Aceasta este teoria originii razelor cosmice, elaborată de oamenii de știință sovietici : I. S. Șklovski, V. L. Ghinzburg, S. B. Pikelner și alții.

POZITRONUL

Descoperirea primei particule noi în razele cosmice a fost o surpriză tot atît de mare ca însăși descoperirea acestor raze. Numeroși fizicieni intuiau deja în mod vag posibilitatea existenței reale a unei a cincea particule. Indicii precise în acest sens oferea ecuația lui Dirac pentru electroni. Într-adevăr, printre soluțiile acestei ecuații existau și soluții care conduc cu necesitate la stări ale electronului avînd o valoare negativă a energiei. În fizica clasică, existența corpurilor cu energii negative părea cu totul imposibilă. Aici însă era vorba de microparticulele cu proprietăți cuantic-ondulatorii specifice, particule supuse, în virtutea acestui fapt, unor legi proprii, diferite de cele obișnuite pînă atunci.

Scanned with OKEN Scanner

Dirac însuşi era ferm convins de justeţea teoriei relativităţii, a aparatului ei matematic, pus de el la baza teoriei relativiste a electronului. Luată în sine, ecuaţia electronică dedusă de către Dirac nu stîrnea nici un fel de îndoieli. Aşa cum arăta experienţa, ecuaţia descrie absolut precis mişcarea electronilor; ecuaţia lui Dirac este tot atît de obiectivă pentru electroni ca legile lui Newton pentru macrocorpuri. Dirac emite ideea îndrăzneaţă a existenţei reale a particulei cu energie negativă. Doi ani mai tîrziu, experienţa confirma strălucit această previziune.

În 1932, cercetînd razele cosmice, americanul Anderson a calculat că pe 1 cm^2 de suprafaţă terestră cad, în medie, într-o secundă 1,5 particule necunoscute din aceste raze. Ele au sarcină pozitivă şi energii colosale. Particulele străbat, de pildă, o placă de plumb groasă de 10 m. Anderson a calculat, de asemenea, că pentru a imprima particulelor această viteză şi penetranţă ar fi necesară o tensiune de peste 10 miliarde de electron-volţi. Energia razelor radiului se măsoară însă numai în milioane de electron-volţi, iar în cazul unei explozii atomice energia particulelor ajunge pînă la circa 200 000 000 de electron-volţi. Aşadar, particulele razelor cosmice nu erau comparabile cu cele trei forme de radiaţii cunoscute anterior pe baza dezintegrării radioactive. În primul rînd, aşa cum s-a mai arătat, radiaţia γ a dezintegrării radioactive e de natură electromagnetică, în timp ce razele cosmice sînt de natură corpusculară. În al doilea rînd, deşi celelalte două forme de radiaţie care apar în procesul dezintegrării radioactive sînt de natură corpusculară, fiind alcătuite, ca şi razele cosmice, din particule cu sarcină electrică, capacitatea lor de pătrundere era incomparabil mai mică. Razele α erau reţinute pînă şi de o placă de aluminiu groasă de 0,5 mm, iar razele β puteau pătrunde numai cîţiva milimetri printr-o asemenea placă.

Scanned with OKEN Scanner

Masa acestei particule noi s-a dovedit aproximativ egală cu masa electronului, adică de 1 840 ori mai mică decît masa protonului ; sarcina ei este egală cu sarcina electronului, însă de semn opus. Toate caracteristicile arătau că ea era particula prevăzută de Dirac, particulă care a fost numită pozitron. Curînd, pozitronii au fost detectaţi nu numai în razele cosmice. Tot Anderson a observat apariţia pozitronilor cu prilejul iradierii unor substanţe cu raze γ obişnuite. În prezent se ştie că viaţa pozitronului este extrem de scurtă. El se uneşte cu antipodul său negativ, electronul, transformîndu-se prin explozie în foton ; are loc transformarea unei forme a materiei (substanţa) într-o altă formă (radiaţia).

Soţii Joliot-Curie au efectuat în 1934 experimentul invers. Ei au reuşit să transforme particula razei γ — fotonul — în particulele „elementare" pozitivă şi negativă — pozitronul şi electronul. În felul acesta a fost făcută dovada practică a justeţei ideii lui Einstein despre conexiunea masei cu energia. Materia a fost transformată dintr-o formă a sa, radiaţia, într-o altă formă, substanţa, în deplină concordanţă cu celebra formulă dedusă de Einstein.

PARTICULELE LUI YUKAWA

Istoria descoperirii mezonului începe cu crearea unei ipoteze. După cum s-a putut observa, descoperirea unor particule „elementare" ca protonul şi neutronul nu a avut loc în mod întîmplător. Dimpotrivă, în majoritatea cazurilor, în ciuda caracterului specific, nemaiîntîlnit al obiectului cercetat, investigaţiile erau efectuate pe baza unor presupuneri sau ipoteze făcute anterior. Aceasta este încă o confirmare a tezei cu privire la caracterul conştient orientat al cercetării ştiinţifice, cu privire la rolul conducător, activ al gîndirii.

Explicînd natura forţelor nucleare, fizicianul japonez Yukawa a emis în 1935 ideea existenţei unei noi particule. Ideea lui Yukawa consta în a admite că legăturile

Scanned with OKEN Scanner

existente între nucleoni sînt transmise de un gen nou de particule „elementare". Yukawa a stabilit matematic că masa acestei particule, care, aşa cum presupunea, are o sarcină negativă egală cu sarcina electronului, trebuie să fie de aproape 200 de ori mai mare ca masa electronului. Yukawa a numit această particulă a sa „electronul greu".

Peste un an, Anderson şi compatriotul său Neddermayer au descoperit aceste particule ale lui Yukawa în radiaţia cosmică. Astăzi aceste particule sînt denumite mezoni, adică particule situate la mijloc. Aceasta pentru că valoarea masei noii particule ocupă un loc intermediar între valoarea masei electronilor şi valoarea masei nucleonilor. Din cele cîteva tipuri de mezoni, care diferă între ele nu numai prin masă, ci şi prin semnul sarcinii, un anumit tip — aşa-numitul mezon π — concordă exact cu previziunile lui Yukawa. În prezent, mezonii se obţin în laborator prin bombardarea nucleelor atomice cu protoni şi neutroni cărora li se imprimă în puternice acceleratoare viteze foarte mari, cu o energie de ordinul cîtorva miliarde de electron-volţi.

Mezonii sînt particule extrem de instabile. Durata medie a vieţii mezonului este de circa 2 milionimi de secundă. Diferitele tipuri de mezoni se dezintegrează şi se transformă în altele. Produsele finale ale dezintegrării mezonilor sînt electroni, neutrino şi cuante γ. Astfel, mezonul π se descompune într-un electron şi doi neutrino. Timp de peste două decenii, fizicienii au bănuit existenţa particulei neutrino, folosind-o chiar, în calculele lor, dar abia în 1956 fizicienii americani Cowan şi Reines au observat pentru prima dată particula neutrino în stare liberă. Există probe convingătoare că, spre deosebire de alte tipuri de mezoni (cum ar fi mezonul μ ,cu sarcină pozitivă), mezonul π este o particulă nucleară activă, care interacţionează intens cu neutroni şi protoni. De aceea se presupune că tocmai mezonii π sînt particu-

Scanned with OKEN Scanner

lele care asigură interacţiunea nucleonilor în cadrul nucleului atomic.

Conform ideii lui Yukawa, acţiunea forţelor nucleare se prezintă acum în modul următor: prin cedarea unui mezon π (negativ), neutronul se transformă în proton, iar protonul, absorbind acest mezon π, se transformă în neutron. Forţele de legătură acţionează analog şi între nucleonii omogeni proton-proton şi neutron-neutron. Dar rolul agentului de legătură este jucat aici de mezonul neutru. S-a emis ipoteza că mezonii există, probabil, în nucleu nu sub formă de particule, ci sub forma unor cîmpuri de forţă. Numeroase date în legătură cu forţele nucleare îşi capătă explicaţia pe baza acestei teorii „mezonice". În conformitate cu ea, forţele nucleare sînt asigurate prin schimbul de cuante ale acestui cîmp: schimbul de mezoni între nucleonii aflaţi în interacţiune. Problema forţelor nucleare este însă extrem de complexă şi nici astăzi nu poate fi considerată ca rezolvată.

DESCOPERIRILE ULTERIOARE ŞI STUDIUL PROPRIETĂŢILOR PARTICULELOR „ELEMENTARE"

În ultimii ani, folosind o tehnică de investigaţie considerabil perfecţionată, oamenii de ştiinţă au studiat deosebit de intens razele cosmice. Cu acest prilej au fost descoperite numeroase particule noi, de pildă hiperonii — particule cu o masă mai mare decît cea a nucleonilor. Ei apar în interacţiunea particulelor cu energii foarte mari, sînt instabili şi se descompun în protoni, neutroni şi mezoni π. În prezent se cunosc hiperoni cu o masă de 2 182—2 586 ori mai mare decît masa electronului şi cu sarcini diferite. Studierea hiperonilor va permite să se pătrundă mai adînc în structura nucleonilor, ceea ce va împinge înainte cunoaşterea proprietăţilor nucleului şi a naturii reale a forţelor nucleare.

Au fost descoperite noi tipuri de mezoni, printre care mezonul neutru, particula cu viaţa cea mai scurtă dintre toate particulele radiaţiilor cosmice. Durata vieţii mezo-

Scanned with OKEN Scanner

nului neutru este egală cu a miliarda parte dintr-o secundă. În ciuda acestui timp de existenţă uluitor de scurt, oamenii de ştiinţă au o imagine mai mult sau mai puţin precisă despre aceste particule, ceea ce este posibil deoarece particulele, avînd o viteză colosală de mişcare, reuşesc să parcurgă, chiar şi în intervale infinitezimale de timp, o distanţă măsurabilă. Pe baza mărimii şi a caracterului drumului parcurs, stabilite experimental, se trag concluzii importante despre semnul şi mărimea sarcinilor şi a maselor pe care le au particulele.

Ştiinţa de astăzi cunoaşte aproximativ 30 de particule, inclusiv antipozi şi varietăţi ale lor. Numai mezonul există în şapte forme diferite. Valoarea egală a sarcinilor lor, indiferent de semn, de masă şi de alte proprietăţi, constituie o particularitate comună tuturor particulelor cu sarcină. Nu se poate spune însă acelaşi lucru şi despre timpul lor de viaţă. Dacă electronii şi protonii sînt stabili în general sau sînt practic stabili, avînd o existenţă de peste 10^{20} ani, adică o sută de miliarde de miliarde de ani, durata medie a vieţii mezonului este de două milionimi de secundă, iar mezonul neutru se descompune după a miliarda parte dintr-o secundă.

O proprietate fundamentală a particulelor „elementare“ este posibilitatea „generării“ lor în diferite procese de interacţiune. Astfel, mezonii π „se nasc“ la ciocnirea nucleonilor ; în apropierea nucleului atomic fotonii sînt capabili să formeze, „să genereze“ perechea electron-pozitron, iar aceştia din urmă emit prin ciocnire un foton etc. Anumite particule „elementare“ se transformă spontan în altele, particulele noi nefiind pur şi simplu unităţi structurale, părţi componente ale primelor, ci particule calitativ specifice, particule noi. Astfel, emiţînd un mezon π cu sarcină negativă, neutronul se transformă în proton, mezonul π pozitiv într-un mezon cu aceeaşi sarcină şi un neutrino etc.

Trebuie remarcat că, aşa cum se întîmplă în cazul

Scanned with OKEN Scanner

formării de perechi, în toate procesele de transformare a particulelor „elementare“ şi de trecere pe această bază de la o formă a materiei la alta (trecerea substanţei în radiaţii şi invers) toate caracteristicile fundamentale ale particulelor „elementare“ — sarcina electrică, energia, masa etc. — se supun legilor de conservare a materiei. Cu greu am putea găsi o confirmare mai elocventă a ideii unităţii macrocosmului şi microcosmului !

La aceasta se şi limitează, de altfel, asemănarea atomilor invariabili, indivizibili ai mecanicii clasice cu particulele „elementare“ — „atomii“ din noua teorie a structurii materiei. Atomii lui Lomonosov, Newton, Dalton sînt capabili să existe veşnic într-o formă dată, regrupîndu-se numai ca număr şi ordine în cazul formării corpurilor. Proprietăţile atomului respectiv nu erau determinate de proprietăţile altor atomi.

Atomismul modern este de natură calitativ diferită. Ea se manifestă în transformarea reciprocă, în „generarea“ şi trecerea particulelor dintr-o formă a materiei în alta, îşi găseşte expresia în strînsa legătură şi în intercondiţionarea proprietăţilor particulelor „elementare“, în faptul că fiecare particulă pare să reprezinte un compus complex al tuturor celorlalte. Prin urmare, particulele pe care noi le numim astăzi „elementare“ au, de fapt, o structură foarte originală şi complexă.

Atomistica nouă a rezolvat, în sfîrşit, străvechea problemă controversată a structurii „continue“ sau „discontinue“ a materiei, dovedind unitatea formelor discontinue şi continue. Această unitate a fost relevată în natura unitară corpuscular-ondulatorie a microcorpurilor, în legătura indisolubilă dintre forma substanţială şi forma de cîmp a materiei. Diferitele tipuri de cîmpuri (continuul) — cîmpul electromagnetic, mezonic, electrono-pozitronic etc. — s-au dovedit a fi compuse din ansambluri corespunzătoare de particule (discontinuul) — electroni, protoni, pozitroni, mezoni ş.a. —, care repre-

Scanned with OKEN Scanner

zintă cuantele cîmpului respectiv. Teza filozofiei ştiinţifice despre unitatea dialectică a continuului şi discontinuului, despre transformările reciproce ale materiei, despre unitatea lumii materiale au primit o nouă confirmare strălucită.

ANTIPARTICULELE

Simetria, sau proporţionalitatea, domneşte pe scară largă în lumea materială. Unul dintre aspectele ei bine cunoscute este simetria de oglindă. Corpurile seamănă între ele, ca imaginea din oglindă a obiectului cu obiectul însuşi. Existenţa proprietăţilor de simetrie a fost stabilită şi în cazul particulelor „elementare". Simetria lor nu este însă legată de schimbarea configuraţiei, a formei, ci de schimbarea semnului sarcinii electrice (aşa-zisa conjugare de sarcini) sau a direcţiei cîmpului magnetic şi spinului.

Descoperirea simetriei în microcosm este legată de una dintre realizările remarcabile ale fizicii moderne: descoperirea antiparticulelor. De fapt, precizînd existenţa antielectronului (pozitronului), Dirac a enunţat în principiu ideea existenţei în genere a antiparticulelor. De aceea descoperirea de către un grup de savanţi americani a antiprotonului, descoperire făcută în 1955 prin „bombardarea" cuprului cu protoni, nu a mai constituit o surpriză senzaţională. A început căutarea metodică a antiparticulelor. Curînd a fost descoperit şi antineutronul. Neutronul este o particulă neutră, fără sarcină electrică. De aceea deosebirea dintre neutron şi antineutron se manifestă în proporţiile magnetice. Acestea depind de sensul rotaţiei particulei în jurul axei sale. S-a stabilit că antineutronul se roteşte în sens contrar neutronului. Remarcăm, în treacăt, că, spre deosebire de pozitron, antiprotonul şi antineutronul au fost obţinuţi iniţial în mod artificial, în acceleratoare, existenţa lor în razele cosmice fiind pusă în evidenţă abia ulterior.

Majoritatea particulelor „elementare" cunoscute în prezent au antiparticulele lor respective, care se disting

Scanned with OKEN Scanner

printr-un caracter direct opus. Numai fotonii şi mezonii π neutri nu au antipozi, fiind denumiţi, în consecinţă, particule efectiv neutre. Ei par a fi propriile lor antiparticule. Mai tîrziu lor li s-au adăugat încă două particule, aşa-numiţii mezoni K_1° şi K_2°.

În martie 1960, în sincrofazotronul Institutului unificat de cercetări nucleare de la Dubna de lîngă Moscova, s-a descoperit o nouă particulă „elementară" : „hiperonul antisigma-minus". Pentru prima dată a fost descoperit un antihiperon cu sarcină, care este de asemenea

Fig. 14

şi primul reprezentant al antihiperonilor. Avînd sarcină pozitivă şi masa de 2 342 mai mare ca masa electronului, acest antihiperon se dezagregă în a zecea miliarda parte (10^{-10}) dintr-o secundă, dînd naştere la particule mai uşoare (antineutronul şi mezonul π cu sarcină pozitivă).

Descoperirea noii particule este rodul muncii îndelungate a unui întreg colectiv de oameni de ştiinţă sovietici, chinezi, vietnamezi, coreeni, polonezi, romîni şi cehoslovaci, condus de academicianul Veksler. Ea a constituit un exemplu strălucit de colaborare internaţională a oamenilor de ştiinţă, un rezultat al activităţii experimentale orientate spre un obiectiv precis.

Posibilitatea existenţei antihiperonilor fusese prevăzută teoretic şi mai înainte, ce-i drept pe baza unor premise întrucîtva diferite de cazul pozitronului, antiprotonului şi antineutronului. Se observase, de exemplu, că la dezintegrarea unor hiperoni mai cunoscuţi, ca „hipe-

Scanned with OKEN Scanner

ronul sigma-minus" şi „hiperonul sigma-plus", se formează un proton sau neutron. Dar aceste din urmă particule au, după cum se ştie, antiparticulele respective. Este deci firesc să presupunem că şi hiperonii formaţi din protoni şi neutroni au antiparticule. Descoperirea „hiperonului antisigma-minus", precum şi descoperirea „hiperonului antisigma-plus", cu sarcină pozitivă, descoperire făcută imediat după aceea de către oamenii de ştiinţă italieni, a confirmat în mod strălucit această idee.

Descoperirea antihiperonilor aprofundează cunoştinţele noastre despre structura materiei şi nucleul atomului, despre natura forţelor nucleare — sursa energiei atomice folosite de noi —, contribuind la crearea unei teorii mai perfecte a particulelor „elementare".

Antiparticulele nu pot exista vreme îndelungată. Cînd ele se ciocnesc cu antipozii lor, are loc o „explozie" şi o transformare reciprocă, emiţîndu-se energia corespunzătoare masei totale a particulelor participante. Astfel, în afară de cazul cunoscut al transformării perechii electron-pozitron în foton, are loc şi formarea mezonului la ciocnirea protonilor cu antiprotoni, precum şi transformarea perechii proton-antiproton în fotoni cu o energie mare. La ciocnirea antineutronului şi neutronului se produce de asemenea „anihilarea" lor, cu formarea altor particule.

CLASIFICAREA PARTICULELOR „ELEMENTARE"

Numărul mare de particule „elementare" necesită clasificarea lor. În ziua de azi, prin analogie cu sistemul periodic al elementelor chimice, alcătuit de D. I. Mendeleev, se fac numeroase încercări de a împărţi particulele în grupe după diferite caracteristici : sarcina electrică, spinul etc. Fizicienii îşi propun cu acest prilej sarcina ispititoare, de perspectivă, de a descoperi o lege similară legii periodicităţii, legea generală a interconexiunii particulelor, din care ar decurge toate proprietăţile şi caracteristicile

Scanned with OKEN Scanner

tuturor particulelor cunoscute în prezent sau încă nedescoperite. Dar această sarcină s-a dovedit a fi un lucru foarte complicat și rămîne deocamdată o problemă nerezolvată pînă la capăt.

În prezent, cea mai răspîndită clasificare a particulelor „elementare" este clasificarea după mărimea maselor lor de repaus. În concordanță cu aceasta deosebim patru grupe :

1. *Particulele ușoare* — leptonii : electronul, neutrino și antiparticulele lor (pozitronul, antineutrino), precum și mezonii μ pozitivi și negativi. Cu excepția acestora din urmă, leptonii sînt stabili atunci cînd nu intră în interacțiune ; cu alte cuvinte, ei pot exista în stare liberă practic la infinit, și în orice caz nu mai puțin de 10^{20} ani. Mezonii μ sînt particule instabile ; abia „născuți", ei se descompun de îndată în mod spontan, după 200 de milionimi de secundă, în electron, neutrino și antineutrino, adică în particule din același grup. Neutrino și antineutrino se caracterizează și prin faptul că masa lor de repaus este aproape nulă sau mai mică decît 0,0005 din masa electronului (m_e), care este luată ca unitate.

2. *Particulele cu masă medie* — mezonii, inclusiv mezonii π pozitivi, negativi și neutri cu o masă de repaus de aproximativ 270 m_e și cîteva varietăți de mezoni K cu o masă de circa 970 m_e. Toți mezonii sînt instabili. Timpul lor de viață este infim, de la 10^{-7} s pînă la 10^{-16} s.

3. *Particulele grele* — protonul, neutronul sau nucleonii și antiparticulele lor, sau antinucleonii. Protonul și antiprotonul sînt stabili. Neutronul și antineutronul sînt instabili, dar ei trăiesc relativ mult : 10^3 s, adică aproximativ 17 minute.

4. *Particulele cele mai grele* — așa-zișii hiperoni. În denumirea diferiților hiperoni figurează literele grecești „lambda", „sigma", „xi". Printre ei se numără un grup mare de particule și antiparticule, dintre care unele, cum sînt hiperonii antisigma-minus și antisigma-plus, au fost

Scanned with OKEN Scanner

descoperite cu totul recent. Masele hiperonilor oscilează între 2 182 şi 2 585 m_e. Timpul de viaţă al tuturor hiperonilor este acelaşi, 10^{-1} s, sau $^1/_{10}$ miliarde dintr-o secundă.

Particulele grele — nucleonii — şi cele mai grele — hiperonii — sînt reunite adesea în familia barionilor. Cuanta γ sau fotonul — particula „elementară" a cîmpului electromagnetic, a cărei masă de repaus este egală cu zero — a fost detaşată, formînd ea singură un grup.

Această clasificare empirică a particulelor „elementare" a fost propusă în principiu pentru prima dată de către americanul Gell-Mann şi japonezul Nishijima. Deşi nu a dezvăluit legitatea fundamentală care leagă particulele, rămînînd o simplă sistematizare, ea a contribuit totuşi la studierea unor proprietăţi şi transformări şi chiar a făcut posibilă prezicerea existenţei unor particule noi.

ANTIATOMUL

Descoperirea antiparticulelor a dus la ipoteza existenţei antiatomului. Acest antiatom, format din antiparticule, trebuie să semene ca structură cu atomul „normal". Nucleul lui ar fi alcătuit însă din antiprotoni şi antineutroni, iar în învelişul atomic s-ar roti nu electronii, ci pozitronii. Particulele care alcătuiesc antiatomul s-ar deosebi de particulele similare care formează atomul „normal" numai prin semnul sarcinii electrice sau al momentului magnetic. Ciocnirea dintre un atom şi un antiatom, ca şi ciocnirea particulelor-antipozi, trebuie să producă o „explozie" şi trecerea în energie radiantă.

Unii savanţi au mers şi mai departe. Dacă antiatomii există, atunci trebuie să existe şi o antimaterie formată din ei, antimaterie care reprezintă o realitate obiectivă, ca şi materia lumii noastre. Prin urmare, afirmă ei, nu este exclus ca în partea necercetată de noi a universului să existe lumi, infinit de depărtate, alcătuite din această antimaterie. Nu este greu să ne închipuim ce s-ar întîmpla dacă un corp cosmic obişnuit ar intra în cîmpul acestei antilumi. Corpul respectiv ar deveni o bombă de o putere

Scanned with OKEN Scanner

DENUMIREA PARTICULELOR	Notaţiile admise	Sarcină electrică	Masa (în unităţi de masă electronică)	Timpul aproximativ de viaţă t (sec.)		
1	2	3	4	5		
FOTON	γ	0	0			
NEUTRINO	ν	0	0	∞		LEPTONII
ANTINEUTRINO	$\tilde{\nu}$	0	0	∞		
ELECTRON	e^-	—	1	∞		
POZITRON	e^+	+	1	∞		
MIUON NEGATIV	μ^-	—	206	10^{-6}		
MIUON POZITIV	μ^+	+	206	10^{-6}		
PION NEGATIV	π^-	—	273	10^{-9}		MEZONII
PION NEUTRU	π°	0	264	10^{-16}		
PION POZITIV	π^+	+	273	10^{-8}		
KAON NEGATIV	K^-	—	967	10^{-8}		
KAON POZITIV	K^+	+	967			
KAON-UNU NEUTRU	K_1°	0	973	10^{-10}		
KAON-DOI NEUTRU	K_2°	0	973	10^{-7}		
NEUTRON	n	0	1839	10^3	NUCLEONII ŞI ANTINUCLEONII	BARIONII ŞI ANTIBARIONII
ANTINEUTRON	$\tilde{n}$	0	1839	10^3		
PROTON	p	+	1833	∞		
ANTIPROTON	$\tilde{p}$	—	1836	∞		
LAMBDA-ZERO	Λ°	0	2182	10^{-10}	HIPERONII ŞI ANTIHIPERONII	
ANTILAMBDA-ZERO	$\tilde{\Lambda}^\circ$	0	2182	10^{-10}		
SIGMA-PLUS	Σ^+	+	2328	10^{-10}		
ANTISIGMA-PLUS	$\tilde{\Sigma}^+$	—	2328	10^{-10}		
SIGMA-ZERO	Σ°	0	2326	?		
ANTISIGMA-ZERO	$\tilde{\Sigma}^\circ$	0	2326	?		
SIGMA-MINUS	Σ^-	—	2342	10^{-10}		
ANTISIGMA-MINUS	$\tilde{\Sigma}^-$	+	2342	10^{-10}		
XI-MINUS	Ξ^-	—	2585	10^{-10}		
ANTIXI-MINUS	$\tilde{\Xi}^-$	+	2585	10^{-10}		
XI-ZERO	Ξ°	0	?	10^{-10}		
ANTIXI-ZERO	$\tilde{\Xi}^\circ$	0	?	10^{-10}		

Fig. 15

Scanned with OKEN Scanner

fantastică. Conform formulei lui Einstein, s-ar putea calcula cantitatea echivalentă a energiei radiante formate în urma „exploziei" produse la ciocnirea masei acestui corp cosmic cu aceeaşi cantitate de antimaterie.

Ştiinţa nu dispune deocamdată de mijloacele necesare pentru a verifica practic ipoteza existenţei antilumii. Posibilitatea acestei verificări este însă asigurată în principiu de succesele obţinute de astrofizică în studierea fluxurilor de particule neutrino care apar în anumite procese nucleare din adîncurile corpurilor cosmice de tipul Soarelui. S-a stabilit că fluxurile de radiaţii neutrinice expulzate din interiorul Soarelui se compun în principal din particule neutrino. Particule antineutrino nu au fost detectate în aceste fluxuri. Prin urmare, Antisoarele trebuie să emită în spaţiu particule antineutrino. Aşadar, după natura fluxurilor provenite din stele se poate stabili dacă o anumită stea este de tipul Soarelui sau al Antisoarelui. Astrofizica dispune deja de procedee pentru înregistrarea radiaţiilor de particule neutrino care vin din adîncurile universului. Astfel, particula neutrino, o particulă „elementară" cu masă extrem de mică şi o penetranţă colosală şi care se mişcă cu o viteză apropiată de viteza luminii, poate deveni într-un viitor apropiat un mijloc puternic de cunoaştere a universului.

Ideea antiatomului nu contrazice învăţătura materialismului dialectic despre unitatea materială a lumii. Definind materia ca realitate obiectivă existentă în afara conştiinţei noastre şi care ne este dată în senzaţiile noastre, materialismul dialectic recunoaşte diversitatea infinită a formelor concrete ale materiei şi inepuizabilitatea proprietăţilor ei.

DESPRE TEORIA UNITARĂ A MATERIEI

S-ar părea că ştim multe despre particulele „elementare": au fost descrise destul de exact proprietăţile lor, determinîndu-se caracteristicile cantitative, au fost stabilite tipurile de particule, formele

Scanned with OKEN Scanner

fundamentale de interacțiune a lor, există o anumită clasificare, fizicienii se pot deja orienta în lumea particulelor „elementare", pot explica procesele care au loc, efectuînd calcule care concordă mai mult sau mai puțin cu experiența sau în orice caz nu o contrazice, pot chiar să prevadă existența și proprietățile unor particule noi. Și totuși, în ciuda acestor posibilități, nu există deocamdată o teorie unitară pe deplin satisfăcătoare a particulelor „elementare".

Omul de știință nu se poate mulțumi numai cu faptele. El tinde să descopere legea care se ascunde în spatele lor pentru a o putea folosi. Aceasta este în ultimă instanță sarcina cunoașterii științifice. La aceasta servesc teoriile științifice, care relevă esența, conexiunile profunde, fundamentale ale fenomenelor. Este prea puțin să cunoști masa sau sarcina particulelor, determinîndu-le experimental ; important este să se răspundă la întrebarea : de ce masa electronului, de pildă, este egală cu $9 \cdot 10^{-28}$ g și nu cu o altă mărime ? De ce protonul este tocmai de 1 840 de ori mai greu ca electronul, iar mezonul π numai de 264 ori ? De ce sarcinile particulelor se limitează numai la trei posibilități : $+1, -1$ și 0 ? Există încă mulți asemenea „de ce", la care știința particulelor „elementare" nu știe să răspundă. De asemenea nu este greu să înțelegem dorința legitimă a oamenilor de știință de a putea prevedea (așa cum, pe baza legii periodicității, D. I. Mendeleev a făcut previziuni referitoare la elementele chimice) ce fel de transformări vor avea loc prin ciocnirea unor anumite particule „elementare", de a indica anticipat caracteristicile cantitative exacte ale noilor particule care pot apărea etc. Deocamdată însă aceasta ține de domeniul dezideratelor, depășind cadrul posibilităților actuale.

Cheia creării unei asemenea teorii exhaustive a particulelor „elementare" a fost însă deja găsită. S-a

Scanned with OKEN Scanner

dovedit că ea se află în însăşi natura şi proprietăţile particulelor.

Legătura strînsă care există între particule, transformarea lor reciprocă, „generarea" lor cu prilejul ciocnirilor dintre particule indică faptul că ele au ceva comun. „Naşterea" electronilor şi a pozitronilor din cuantele cîmpului electromagnetic a arătat că particulele cu masă de repaus, adică particulele de substanţă, şi particulele care nu au o asemenea masă, adică cuantele, particulele de radiaţie, nu sînt separate printr-o barieră de netrecut. Prin urmare, este foarte probabil să existe un fundament unic şi legi generale care unesc aceste două forme diferite ale materiei. Este de aceea firesc că eforturile fizicienilor se îndreaptă spre un scop foarte tentant: găsirea fundamentului unic, a cărui varietate o constituie toate particulele „elementare" şi cîmpurile.

Cum trebuie să fie acest fundament unic din care ar putea apărea toate particulele cunoscute? Aici se pot face deocamdată numai presupuneri. Dar presupunerile oamenilor de ştiinţă nu sînt lipsite de temei, deoarece ele se bazează pe proprietăţile reale ale particulelor „elementare".

Se înţelege de la sine că această entitate unică trebuie să fie înainte de toate materie, sau, mai exact, protomaterie. Ea trebuie să fie o modificare unică a ei înseşi, să aibă o structură granulară, sau, cum se spune, o structură discretă. Grăunţele sau, cum sînt ele numite cîteodată, elementonii protomateriei, au o structură şi proprietăţi specifice; deci ei sînt particule discrete ale unei forme noi, calitativ deosebite, a materiei. Elementonii sînt absolut identici între ei şi posedă spin. Aceasta decurge logic din faptul că orice particulă elementară are un spin determinat, care nu poate nici să dispară şi nici să reapară (legea conservării spinului). Valoarea spinului elementonului, după cum conchide Louis de Broglie, trebuie să fie egală cu $^1/_2$; în caz contrar, în

Scanned with OKEN Scanner

interacţiunea elementonilor nici o combinaţie a altor mărimi nu ar da spinii $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$ etc., care sînt proprii particulelor „elementare“ formate cu acest prilej. Elementonii, ca toate particulele cu spin semiîntreg $\left(\frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}\right.$ etc.), sînt descrişi prin intermediul unor mărimi matematice speciale — spinorii. De aceea cîmpul format de elementoni se numeşte cîmp spinorial.

Avînd în vedere că fiecărei particule „elementare“ îi corespunde un cîmp propriu : electronilor şi pozitronilor — cîmpul electrono-pozitronic, fotonilor — cîmpul electromagnetic, protonilor şi neutronilor — cîmpul nuclear (nucleonic) etc., s-a emis ipoteza că şi protomateria trebuie să aibă cîmpul ei unic sau fundamental (spinorial).

Proprietatea cea mai importantă a protomateriei trebuie să fie capacitatea de a interacţiona numai cu sine însăşi. Această proprietate, pe care anticii o atribuiau deja protomateriei lor (apeironului), este absolut firească, protomateria fiind materialul iniţial, principiul şi cauza unică a tuturor lucrurilor şi fenomenelor naturii. Existenţa unui alt factor în afara ei nu este presupusă. Interacţionînd între ei, elementonii protomateriei generează în ultimă instanţă întreaga varietate infinită a naturii : particulele „elementare“, macrocosmul nostru obişnuit şi corpurile cosmice ale universului. Menţionăm în treacăt că procesele de acest gen, care duc la apariţia unor obiecte calitativ noi prin interacţiunea formaţiilor materiale identice (undele luminoase sau alte unde electromagnetice, elemente chimice etc.), sînt denumite procese neliniare.

Desigur că cunoştinţele despre aceste proprietăţi — ipotetice sau reale — ale unei protomaterii existente în mod real sînt încă departe de a fi suficiente. Pentru crearea teoriei este necesar să cunoaştem legile exacte

Scanned with OKEN Scanner

ale mişcării şi interacţiunii „atomilor" de protomaterie. Numai aceasta va permite explicarea tuturor fenomenelor şi faptelor deja cunoscute, precum şi prevederea altora noi, deocamdată necunoscute, care ulterior vor fi confirmate în mod experimental.

Este pe deplin întemeiată tendinţa de a reduce la minimum numărul particulelor „elementare", tendinţa căutării unei protomaterii. Această tendinţă nu este dictată numai de cerinţele dezvoltării în perspectivă a cunoaşterii, ci se sprijină totodată pe un bogat material experimental al fizicii contemporane, referitor la descoperirea a numeroase particule noi, inclusiv a proprietăţilor lor. De aceea putem considera legitime tentativele energice de a elabora o teorie unitară a materiei, întreprinse în ultimii ani de o serie de fizicieni sovietici şi din alte ţări. Ele au fost pregătite de întregul mers al dezvoltării ştiinţei şi practicii moderne.

În 1958, la Berlin, la o şedinţă consacrată împlinirii unui secol de la naşterea lui Max Planck, întemeietorul teoriei cuantice, D. D. Ivanenko, profesor la Universitatea din Moscova, a apreciat în felul următor situaţia teoriei unitare a materiei: „Această teorie trebuie să apară. Eu chiar m-aş exprima astfel: ea reprezintă cea mai serioasă, poate cea mai verosimilă, iar în prezent poate singura încercare posibilă de a crea un tablou fizic unificat al materiei, în care totul să se deducă dintr-o sursă unică.

Deocamdată teoria nu este complet elaborată. Dar, după toate probabilităţile, în anii următori vom fi martorii creării acestui tablou unitar al lumii, care ne va face să progresăm neînchipuit de mult pe calea descoperirii tainelor structurii substanţei".

Cîteva zile mai tîrziu, parcă pentru a confirma cuvintele lui D. D. Ivanenko, la congresul de la Leipzig al Societăţii de fizică din R.D.G., unde asistau toţi participanţii la festivităţile consacrate lui Planck, W. Heisen-

Scanned with OKEN Scanner

berg a expus „teoria unificată, neliniară, spinorială a cîmpului", cum și-a denumit el propria teorie pornind de la proprietățile ipotetice ale protomateriei.

Abia atunci numeroși fizicieni, fără a mai vorbi de profani, au sesizat clar greutățile uriașe care stau în calea rezolvării acestei sarcini.

S-a dovedit că în cazul de față nu poate fi vorba de vreo reprezentare intuitivă. Noțiunile noastre, reprezentările noastre, particularitățile constituite ale gîndirii umane nu sînt în stare să-și reprezinte și să cuprindă în imagini esența proceselor considerate. Nu este însă obligatoriu ca legile naturii să poată fi asociate unui tablou intuitiv. Adesea aceasta este cu totul imposibil, după cum a reieșit încă din încercarea inițială de a construi cel mai simplu model al atomului. Prin urmare, noi nu avem dreptul să pretindem teoriilor despre fenomenele naturii o intuitivitate primitivă. Cunoașterea va parcurge alte căi. Există în matematică un mijloc admirabil care permite expunerea oricărei idei fizice complicate în forma unor concluzii precise, exprimată cantitativ. Acolo unde se oprește capacitatea noastră de sesizare intuitivă, posibilitățile formulării matematice nu se epuizează. De aceea matematica cucerește în mod irezistibil fizica, chimia, științele naturii, care pătrund în străfundurile „neumane" ale naturii. În construirea teoriei unitare a materiei, „întrebarea — după cum s-a exprimat Heisenberg — trebuie pusă naturii în limbaj matematic, deoarece răspunsul îl putem obține numai în acest limbaj. Dar întrebarea însăși vizează procesul care are loc în lumea practică, materială".

Ideea fizică fundamentală a lui Heisenberg constă în admiterea unei substanțe unice — protomateria — sub forma unui cîmp fizic unic sau fundamental, care este în același timp și continuu și discontinuu. Ca entitate continuă, acest cîmp cuprinde întreg universul, toate formele de existență ale materiei, atît particulele

substanței cît și diferite tipuri de cîmpuri. Discontinuitatea cîmpului protomateriei constă în faptul că el este alcătuit din cuante, porții care nu mai pot fi divizate (elementonii). Heisenberg a exprimat matematic discontinuitatea cîmpului unic, introducînd în ecuația sa mărimea l_0, egală cu 10^{-13} cm. Aceasta este lungimea elementară, lungimea limită, de ordinul „diametrului" electronului, considerată de Heisenberg ca o nouă constantă universală.

Valoarea vitezei luminii c — 300 000 km/s —, introdusă de Einstein în teoria relativității, a limitat acțiunea legilor fizicii clasice la domeniul vitezelor inferioare lui c. Constanta lui Planck, h — cuanta de acțiune —, a fost pusă la temelia legilor microcosmului, a teoriei cuantice. După cum consideră Heisenberg, teoria unitară a cîmpului, bazată pe teoria relativității și mecanica cuantică, conține, alături de h și c, pe l_0 ca lungime fundamentală ; în cadrul acestei teorii, concepțiile actuale despre spațiu și timp suferă o schimbare radicală. Nu este exclus ca la scara ultrainfimă a protomateriei spațiul să se dovedească și el a nu fi continuu, ci discontinuu. Ideea cuantificării spațiului-timp, idee enunțată la timpul său de D. D. Ivanenko și de americanul Snider, nu este deci lipsită de temei.

Aceste idei concordă pe deplin cu principiile materialismului dialectic, după care materia în veșnică mișcare este unitatea finitului și infinitului, discontinuului și continuului.

După Heisenberg, ecuația matematică care exprimă legile mișcării protomateriei și pe care el și-a propus s-o deducă, trebuie, în primul rînd, să stabilească ce fel de particule „elementare" pot exista, iar în al doilea rînd să permită calcularea tuturor caracteristicilor lor de bază : masa, sarcina, spinul etc.

Pornind de la ecuația lui Dirac cu modificările introduse de către D. D. Ivanenko, care o transformă

Scanned with OKEN Scanner

într-o ecuaţie neliniară, Heisenberg a dedus în cele din urmă ecuaţia sa a materiei. „Această formulă exprimă universul“ — iată cum a fost ea caracterizată oarecum prematur în presă. Heisenberg însuşi a adoptat o atitudine mai modestă ; el a văzut bine imperfecţiunea ecuaţiei şi a teoriei însăşi, considerînd-o deocamdată ca un proiect care mai necesită o muncă îndelungată, o verificare experimentală serioasă.

CELE TREI LUMI ALE FIZICII MODERNE

Omul a început să cunoască lumea materială studiind proprietăţile şi calităţile corpurilor obişnuite, accesibile văzului, mirosului şi pipăitului, corpuri de dimensiuni comparabile cu cele ale sale ; omul a început deci prin a studia ambianţa sa nemijlocită. Iniţial era necesară simpla înţelegere a naturii lucrurilor şi fenomenelor cu care omul se ciocnea în procesul luptei pentru existenţă ; trebuia stabilită posibilitatea folosirii lor în scopul satisfacerii nevoilor vitale.

Dezvoltarea producţiei materiale a lărgit domeniul cunoaşterii, limitat de organele de simţ ale omului. Practica, ale cărei cerinţe au determinat însăşi crearea ştiinţei, nu numai că a pus sarcini în faţa cunoaşterii, ci a şi făcut posibilă făurirea mijloacelor adecvate pentru rezolvarea lor. La rîndul ei, filozofia ştiinţifică, odată apărută, a formulat principiile de bază ale procesului cunoaşterii.

Înarmat cu miscroscopul electronic şi spectroscopul, dispunînd de ciclotron, de radiotelescoape şi de numeroase alte aparate de mare precizie, omul „a văzut“ ceea ce nu poate sesiza văzul, „a auzit“ sunete care scapă auzului unei fiinţe vii. Aici el a dat de fenomene neobişnuite din punctul de vedere al „bunului-simţ“. Dincolo de limitele macrocosmului, ale reprezentărilor şi noţiunilor intuitive obişnuite, statornicite, elaborate pe baza senzaţiilor nemijlocite şi a experienţei cotidiene, s-a des-

chis lumea infinită a altor formaţii materiale, a unor calităţi şi proprietăţi specifice, guvernate de legi noi, necunoscute pînă atunci.

Fizica modernă cunoaşte deja trei domenii diferite ale lumii materiale: *macrocosmul, microcosmul* şi *megacosmul*. Ele se deosebesc între ele în primul rînd prin dimensiunile lor, prin mărimea obiectelor materiale. Specificul acestor lumi rezidă în faptul că alături de caracteristici cantitative specifice, ele prezintă şi caracteristici calitative. Trecînd de la o lume la alta se modifică radical structura şi proprietăţile obiectelor materiale, particularităţile formelor lor de existenţă: spaţiul şi timpul, legile mişcării. Natura nu se autocopiază, nu se repetă pur şi simplu la scară mare şi mică; ea prezintă în fiecare caz particularităţi specifice.

Macrocosmul obişnuit, perceput în senzaţiile omului, este lumea corpurilor de dimensiuni cuprinse între 10^{-8} cm (a suta milioana parte dintr-un centimetru) pînă la 10^{24} cm (un miliard de miliarde de kilometri). Acest interval înglobează atît particulele minuscule de substanţă alcătuite din molecule cît şi imense sisteme stelare — galaxiile. Unităţile fundamentale de măsură a macrocorpurilor sînt centimetrul şi kilometrul, gramul şi tona, secunda şi ora; viteza se calculează aici în metri pe secundă. Mişcarea corpurilor macrocosmice se supune în principal legilor lui Newton — mecanicii clasice.

De la macrocosm, dezvoltarea cunoaşterii a mers în două direcţii diametral opuse: „în jos", în microcosm, şi „în sus", în megacosm. Bineînţeles această orientare este pur convenţională, ea servind numai la determinarea începutului drumului urmat de cunoaşterea omului. În realitate, în universul infinit nu există „sus" şi „jos"; universul nu are hotare în spaţiu, nu are un început şi un sfîrşit în timp.

Scanned with OKEN Scanner

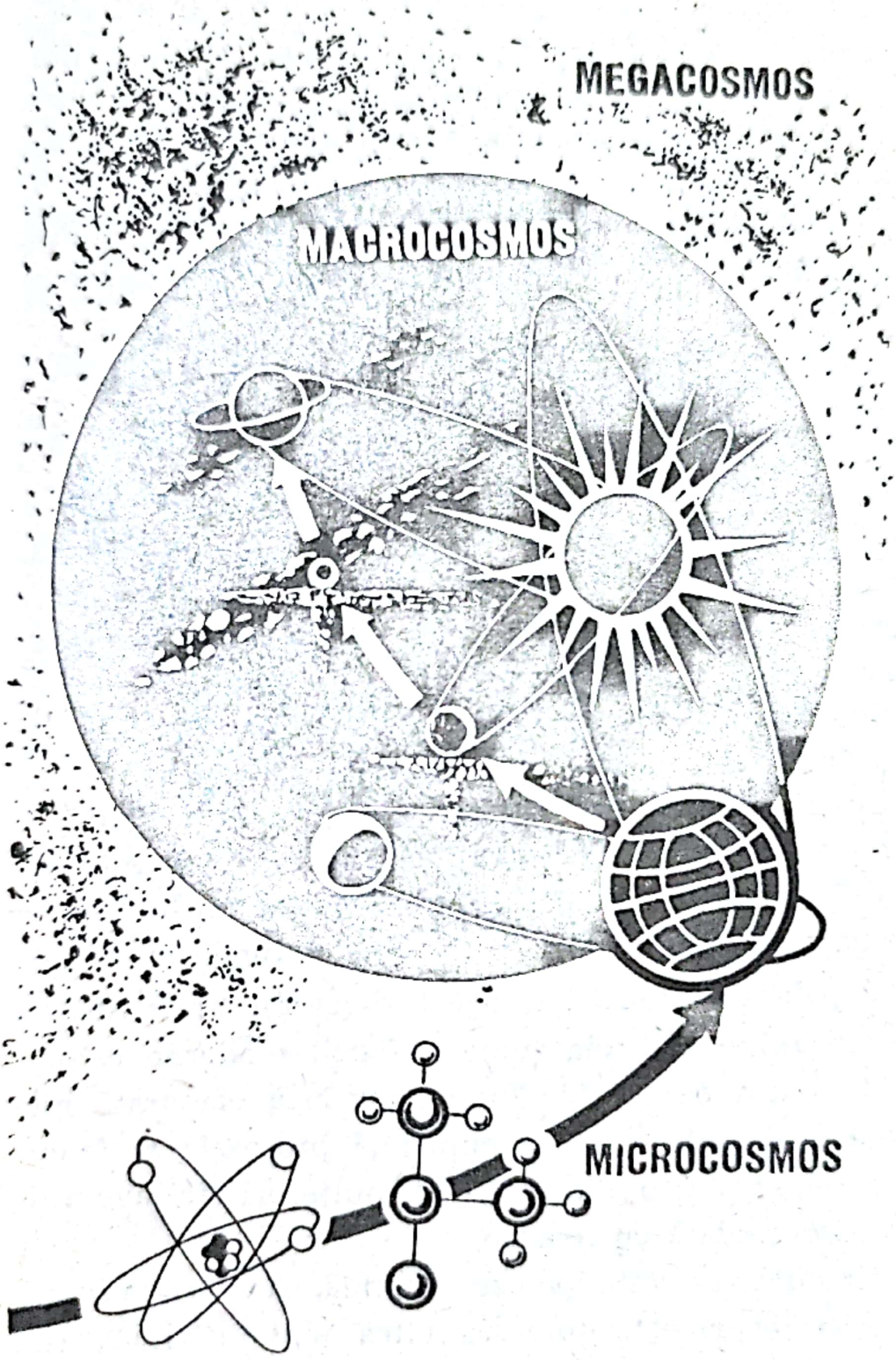


Fig. 16

Treapta „de jos“ este microcosmul : particulele „elementare“, nucleele atomilor, atomii, obiectele de dimensiuni cuprinse între 10^{-13} cm și 10^{-8} cm, iar durata proceselor microcosmice este de ordinul miliardimilor de secundă. Etalonul fundamental al fenomenelor microcosmice este cuanta de acțiune, sau constanta lui Planck : $h=6 \cdot 10^{-27}$ *erg/s*. Mișcarea microparticulelor este determinată de legile mecanicii cuantice, stabilite de Planck, Louis de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Dirac și de alți oameni de știință.

Încep să apară contururile unei trepte și mai adînci : lumea protomateriei, a cîmpului unic spinorial. Caracteristica fundamentală a fenomenelor este în acest caz, alături de cuanta de acțiune și de viteza luminii, lungimea elementară $l_0=10^{-13}$ cm (diametrul electronului). Fizicienii Heisenberg, Dirac, Ivanenko, Markov și alții lucrează intens pentru a crea teoria acestei trepte de dezvoltare a materiei. Aici se află deocamdată limita posibilităților experimentale actuale, limită care va fi fără îndoială depășită într-un viitor apropiat.

De la macrocosm „în sus“, la distanțe infinite, dincolo de limitele acelei părți din univers care este astăzi accesibilă omului, se întinde megacosmul (în limba greacă „mega“ înseamnă mare, la figurat — gigantic). Obiectele principale de studiu în acest domeniu al naturii sînt metagalaxiile. A treia lume a fizicii moderne este încă foarte puțin explorată. Nu a fost încă elaborată nici o teorie închegată care să cuprindă procesele și fenomenele megacosmice ; de cele mai multe ori aici avem de-a face deocamdată cu ipoteze.

Una dintre aceste ipoteze, de pildă, își exprimă îndoiala în ceea ce privește universalitatea acțiunii legii gravitației universale a lui Newton. Ea afirmă că această lege nu acționează în cazul distanțelor extrem de mari, megacosmice, între corpuri. Savantul american Zwicky a in-

Scanned with OKEN Scanner

dicat chiar distanţa aproximativă la care încetează acţiunea forţelor de atracţie reciprocă. După părerea lui, distanţa respectivă este de $5 \cdot 10^{24}$ cm, adică cinci milioane de miliarde de miliarde de kilometri. Exprimîndu-se metaforic, corpurile şi sistemele cosmice despărţite de asemenea distanţe sau de distanţe încă şi mai mari se mişcă în spaţiile nesfîrşite ale universului fără să „se observe" unul pe altul. Legătura lor este exprimată de alte legităţi complexe, încă nedescoperite.

Subliniind specificul calitativ al megauniversului, o altă ipoteză susţine că fenomenul deplasării spre roşu, sau al expansiunii universului, fenomen observat în partea vizibilă a universului, nu are loc acolo. Într-adevăr, ipoteza după care viteza de împrăştiere a galaxiilor nu poate creşte la infinit este cu totul rezonabilă; ea concordă pe deplin cu teoria relativităţii, un principiu al acestei teorii fiind tocmai imposibilitatea mişcării corpurilor materiale cu viteze mai mari decît viteza luminii. Împrăştierea galaxiilor în regiunea noastră a universului, care reprezintă numai o parte a megacosmului, este compensată de posibila lor concentrare într-o altă regiune a universului. Aceste procese pot avea loc atît simultan cît şi succesiv.

Ipoteza este plauzibilă, dat fiind că, potrivit concepţiilor ştiinţei moderne, materia se află în stări diferite în diferitele regiuni ale megacosmului. Conform unei ipoteze a astrofizicii moderne, în univers au existat şi mai există încă domenii vaste unde materia se află în aşa-zisa stare „premecanică", sau în stare de „gaz fotonic". Acolo nu există nici atomi, nici molecule, nici corpuri macroscopice. Acolo se nasc abia particule „elementare", apare mişcarea mecanică, termică, electromagnetică.

Datele ştiinţei contemporane despre lumile cercetate confirmă pe deplin tezele filozofiei ştiinţifice.

Scanned with OKEN Scanner

În întreaga lume materială domnește marea lege a dialecticii: legea trecerii schimbărilor cantitative în schimbări calitative. În comparație cu corpurile obișnuite din mediul nostru terestru, obiectele minuscule ale microcosmului au alte proprietăți și calități, se supun acțiunii altor forțe și legități. Trecerea la megacosm reprezintă următorul salt calitativ. Acțiunea legilor macrocosmice nu se mai extinde asupra formațiilor și sistemelor cosmice gigantice. În lumea metagalaxiilor s-a putut observa un caracter specific, „neterestru", al interacțiunilor.

Știința contemporană a demonstrat de asemenea că toate aceste lumi cunoscute pînă în prezent constituie doar trepte în dezvoltarea infinită a formațiilor structurale ale materiei unice. Ele nu sînt izolate, ci legate în mod strîns, indisolubil. Schimbările, transformările lor reciproce, trecerile prin salt de la o stare la alta, diversele complicări și descompunerea în elemente mai simple sînt doar momente ale circuitului veșnic al materiei în mișcare.

Fiecare dintre aceste lumi este doar o parte a întregului, ele aflîndu-se de aceea sub acțiunea legilor generale. În lumea particulelor „elementare", ca și în practica umană, precum și în depărtările nemărginite ale cosmosului, se manifestă acțiunea legilor de conservare a energiei, masei, sarcinii etc. Pretutindeni acționează legea cauzalității, ea manifestîndu-se în forme diferite, în funcție de specificul formațiilor materiale. Toate schimbările calitative legate de trecerea cantitativă de la o lume la alta, de dezvoltarea fenomenelor și proceselor independent de natura lor, se desfășoară în deplină concordanță cu toate celelalte legi ale materialismului dialectic, decurg pe baza lor.

Scanned with OKEN Scanner

Aceasta este o dovadă cît se poate de convingătoare a unității lumii materiale, a inepuizabilității calitative a formelor de mișcare a materiei, a infinității ei „în adîncime“ și „în lărgime“.

AVANPOSTUL ȘTIINȚEI MODERNE

Vor fi oare descoperite, în sfîrșit, „cărămizile primare“ ale materiei, va fi construit tabloul definitiv al lumii? Teoria unitară a cîmpului va soluționa oare această problemă? Formulînd teza inepuizabilității materiei, V. I. Lenin a dat un răspuns cît se poate de clar și precis. Lumea este infinită în dezvoltarea ei. De aceea, oricît de adînc ar pătrunde știința în interiorul materiei, în structura formațiilor ei cele mai mici, aparent elementare, ea nu va ajunge niciodată la capătul cunoașterii, nu-și va epuiza niciodată toate posibilitățile.

Descoperind taina protomateriei și a structurii particulelor „elementare“, cunoașterea se va dezvolta în direcții noi, va întîlni enigme noi.

În perspectiva științei de mîine se profilează deja contururile unor probleme noi, grandioase, și în special vechea și veșnic noua problemă a naturii gravitației. Asupra ei au meditat înțelepții din antichitate; problema nu a fost rezolvată nici de Newton însuși, descoperitorul legii gravitației universale; ea nu le este clară nici oamenilor de știință de astăzi. Care sînt cauzele forțelor misterioase și puternice ale gravitației, forțe independente de orice condiții externe și de orice particularități ale corpurilor? Care este caracterul și domeniul acțiunii lor? Pentru om, care prin eforturi uriașe a învins gravitația terestră, răzbind, în sfîrșit, dincolo de hotarele ei, aceste întrebări capătă un caracter deosebit de arzător. De aceea atenția cercetătorilor este ațintită asupra lor.

Scanned with OKEN Scanner

Sprijinindu-se pe totalitatea cunoştinţelor existente despre materie, înarmată cu mijloace perfecţionate de cercetare, ştiinţa contemporană abordează de aproape şi o altă problemă fundamentală : originea şi esenţa vieţii.

Biochimiştii şi biofizicienii caută să lămurească legile conform cărora, din anumiţi compuşi chimici, în anumite condiţii de mediu, temperatură, acţiune a catalizatorilor, apare prin reacţii chimice proteina capabilă să efectueze metabolismul. Sinteza ADN (acidul dezoxiribonucleic) a fost deja realizată, înfăptuindu-se astfel saltul de la natura „nevie" la natura „vie". S-a obţinut încă o dovadă evidentă a faptului că şi problema originii vieţii nu poate fi rezolvată decît de pe poziţiile învăţăturii materialist-dialectice despre existenţa formelor de mişcare a materiei, forme calitativ specifice, dar legate între ele.

Cunoaşterea structurii substanţelor care alcătuiesc baza materială a vieţii va permite dirijarea proceselor care au loc în natura organică — în lumea microorganismelor, a plantelor, a animalelor —, va permite să se acţioneze asupra schimbului de substanţe, asupra eredităţii organismelor.

Perspective captivante se conturează şi în alte direcţii. Lucrările privind sinteza artificială a compuşilor organici şi producerea, pe această bază, a substanţelor nutritive, organizarea zborurilor interplanetare, folosirea practică a energiei atomului, „descoperirea unor noi surse de energie şi a unor noi metode de transformare directă a energiei termice, nucleare, solare şi chimice în energie electrică, soluţionarea problemei dirijării reacţiilor termonucleare" — după cum stă scris în noul Program al P.C.U.S. — iată unde se află astăzi avanpostul ştiinţei.

Scanned with OKEN Scanner

LUPTA FILOZOFICĂ ÎN JURUL DESCOPERIRILOR FIZICII MODERNE

Aproape în tot cursul istoriei omenirii s-a dus o luptă înverşunată între concepţii opuse în jurul descoperirilor ştiinţei. Încă în lumea antică, Democrit şi discipolii lui respingeau născocirile despre originea divină a lumii şi nemurirea sufletului, luînd atitudine împotriva „lumii ideilor" a lui Platon, opunînd acestei lumi transcendente lumea lucrurilor senzoriale, naturale, accesibile cunoaşterii. Împotriva doctrinei religioase-idealiste despre finalitatea stabilită de o pretinsă forţă supremă care ar domina în natură, materialiştii au elaborat doctrina cauzalităţii şi necesităţii ca lege a naturii.

Atomistica materialiştilor antici, renăscută într-o formă nouă în secolul al XVII-lea, a fost îndreptată de Gassendi împotriva scolasticii şi misticismului, împotriva principiului idealist al lui Descartes: „Gîndesc, deci exist".

În secolul al XVIII-lea, doctrinei idealiste a lui Leibniz despre monadele lipsite de întindere şi reprezentînd „iradieri ale divinităţii", M. V. Lomonosov i-a opus „particula nesimţitoare" şi materială, aflată într-o mişcare continuă în virtutea însuşirilor ei lăuntrice, particulă care este cognoscibilă.

Idealismul a atacat în repetate rînduri materialismul, primind sprijinul activ al religiei, care considera doctrina materiei ca principală primejdie pentru ea. Acest fapt şi-a găsit expresia deosebit de pregnantă în tezele filozofului şi episcopului englez Berkeley, unul dintre strămoşii idealismului modern. Încă în 1710 acesta scria cu indignare că pe temelia doctrinei materiei au fost ridicate toate „construcţiile nelegiuite ale ateismului". După părerea acestui episcop militant, substanţa materială a fost întotdeauna „marele prieten al ateiştilor". Berkeley afirma că, dacă această „piatră unghiulară a doctrinelor materialiste"

Scanned with OKEN Scanner

ar fi înlăturată, atunci întregul edificiu al materialismului s-ar prăbuși în chip inevitabil de la sine.

Iată de ce idealismul și religia urăsc materialismul și doctrina atomistă, apărută pe baza acestuia. În forma lui atomistă, materialismul a fost întotdeauna un solid fundament științific și filozofic al ateismului, ascuțișul lui îndreptat împotriva misticismului și oricăror născociri religioase. Dînd fenomenelor naturii o explicație cauzală pe baza proprietăților și a mișcării particulelor materiale — atomii —, doctrina materialistă atomistă excludea acțiunea oricăror forțe exterioare, ridicîndu-se astfel împotriva oricărei religii. Afirmînd caracterul obiectiv al existenței atomilor, afirmînd că proprietățile și legile acestora pot fi cunoscute, teoria atomistă respingea orice agnosticism și idealism, venind în sprijinul teoriei materialiste a cunoașterii.

În ciocnirea de idei dintre cele două curente filozofice fundamentale își găsesc expresie lupta înverșunată, multiseculară dintre clasele antagoniste. În ciuda afirmațiilor revizioniștilor contemporani, această luptă nu se atenuează, nu se estompează în epoca prăbușirii capitalismului și triumfului socialismului, ci izbucnește cu o forță nouă, îndeosebi în ideologie. Iată de ce rămîn pe deplin actuale și valabile cuvintele lui V. I. Lenin, datînd încă din 1908 : „A putut oare să se învechească, în decursul celor 2 000 de ani de dezvoltare a filozofiei, lupta dintre idealism și materialism ? Lupta tendințelor sau liniilor lui Platon și Democrit în filozofie ? Lupta dintre religie și știință ? Lupta dintre negarea adevărului obiectiv și admiterea lui ? Lupta dintre partizanii cunoașterii suprasensibile și adversarii acesteia ?“

BISERICA ȘI SCHIMBĂ TACTICA

În această luptă ideologică înverșunată dusă de-a lungul secolelor, religia a manifestat o tenacitate și supleță neobișnuită. Căutînd să-și mențină influența și puterea asupra minții oamenilor, biserica își

Scanned with OKEN Scanner

schimbă cu abilitate tactica, foloseşte fără jenă orice procedee şi metode, călăuzindu-se după principiul părinţilor iezuiţi : „Scopul scuză mijloacele". Religia ţine seama întotdeauna cu multă subtilitate de „spiritul vremii" şi de situaţia creată, de posibilităţile sale, acţionînd în mod corespunzător. Acesta este unul dintre secretele viabilităţii şi influenţei ei.

În prezent, raporturile dintre biserică şi ştiinţă sînt cu totul altele decît în trecut. Dacă înainte, în epoca medievală, cînd dispunea de o putere şi autoritate nelimitată, biserica reprima cu uşurinţă orice efervescenţă a minţilor, suprimîndu-i fiziceşte pe oamenii ale căror păreri şi idei contraziceau „sfînta scriptură", în prezent situaţia s-a schimbat radical. Puterea bisericii a slăbit o dată cu prăbuşirea feudalismului. În lupta de idei cu religia, balanţa înclină tot mai mult în favoarea ştiinţelor materialiste ale naturii. Fiecare pas înainte în direcţia cunoaşterii lumii sileşte religia să se retragă. Acum biserica nu mai luptă deschis împotriva ştiinţei. Dimpotrivă, cunoscînd încrederea uriaşă pe care masele populare o nutresc faţă de ştiinţă, ţinînd seama de caracterul incontestabil al datelor acesteia, biserica îşi schimbă — sub presiunea irezistibilă a progresului ştiinţei — tactica şi procedeele ei de luptă. Ea caută să se adapteze descoperirilor ştiinţei moderne, să le interpreteze în favoarea ei.

Acest lucru s-a manifestat deosebit de pregnant într-o cuvîntare, care a făcut vîlvă, ţinută de papa Pius al XII-lea la sesiunea festivă (Vatican, noiembrie 1951) a „Academiei papale de ştiinţe", cuvîntare intitulată pretenţios „Dovezile existenţei lui dumnezeu în lumina datelor ştiinţei contemporane". Încercînd să coalizeze toate „forţele spirituale" în cruciada împotriva materialismului ateist şi să-şi atragă ştiinţa ca aliat, Pius al XII-lea a dedicat o mare parte a cuvîntării sale descoperirilor fizicii şi astronomiei moderne. Interpretînd cu totul arbitrar şi tendenţios cea de-a doua lege a termodinamicii şi fenomenul deplasării

Scanned with OKEN Scanner

spre roşu, Pius al XII-lea a proclamat solemn : „Aşadar creaţia a avut loc în timp, aşadar există un creator, aşadar dumnezeu există !". După părerea papii, ştiinţa ar confirma aceasta în mod incontestabil. Această concluzie nu trebuie însă se ne mire. Ea este doar consecinţa dorinţei nestăvilite de a pune cu orice preţ în slujba religiei descoperirile menţionate, în pofida conţinutului lor obiectiv. Tendinţa de a lega cu orice preţ ştiinţa de religie, de a dovedi că adevărata ştiinţă concordă cu religia transpare evident atunci cînd Pius al XII-lea, căutînd cu pasiune să prezinte cele dorite drept realitate, declară patetic : „În pofida afirmaţiilor nechibzuite din trecut, cu cît ştiinţa adevărată progresează, cu atît mai mult ea îl descoperă pe dumnezeu ; acesta aşteaptă parcă în dosul fiecărei uşi deschise de ştiinţă". Este greu să găseşti un exemplu mai grăitor de fariseism, de calcul ipocrit în speranţa că istoria are memorie scurtă.

Străduinţele lui Pius al XII-lea de a trage o linie de demarcaţie faţă de trecut sînt zadarnice. Omenirea nu va uita niciodată destinul tragic al lui Giordano Bruno, Servet şi al altor nenumăraţi martiri ai ştiinţei care au devenit victime ale bisericii catolice. Religia nu poate fi absolvită de vina că timp de 200 de ani biserica catolică a ţinut sub interdicţie operele lui Copernic, Kepler şi Galilei, aducînd astfel prejudicii serioase răspîndirii cunoştinţelor ştiinţifice.

Zadarnică este şi încercarea reprezentanţilor bisericii de a se înveşmînta în toga unor mecenaţi şi aliaţi ai ştiinţei contemporane. În 1961 Vaticanul a interzis unor oameni de ştiinţă catolici italieni să-şi continue experienţele, începute cu succes, privind fecundarea artificială şi dezvoltarea embrionului uman în condiţii de laborator, experienţe care au o mare însemnătate pentru studierea fazei intrauterine de dezvoltare a organismului uman. Desigur că această măsură nu poate opri progresul biologiei şi fiziologiei ; ea îl poate însă frîna. Catolicismul nu scapă

Scanned with OKEN Scanner

nici un prilej în acest sens ; el încearcă zadarnic să subordoneze tribunalului bisericii şi „sfintei scripturi“ probleme care pot fi rezolvate numai prin intermediul experimentului ştiinţific.

SPECULAŢIILE IDEALISMULUI ŞI RELIGIEI ÎN JURUL DESCOPERIRILOR ŞTIINŢEI CONTEMPORANE

Descoperirile experimentale cele mai importante făcute de fizică în al doilea sfert al secolului al XX-lea în domeniul structurii materiei, precum şi lupta ideologică intransigentă şi tot mai ascuţită dintre lagărul socialist şi lagărul capitalist au contribuit la adîncirea crizei gnoseologice în fizica modernă şi la renaşterea şi înflorirea diferitelor forme noi ale idealismului „fizic“. S-a repetat un fenomen aparent paradoxal al dezvoltării gîndirii ştiinţifice în condiţiile societăţii împărţite în clase antagoniste, unde — aşa cum arăta Lenin — tentativele reacţionare sînt generate de însuşi progresul ştiinţei.

Crearea teoriei relativităţii şi a mecanicii cuantice a fost însoţită de prăbuşirea — încă şi mai pronunţată decît cea de la sfîrşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului al XX-lea — a noţiunilor vechi despre proprietăţile şi relaţiile fundamentale ale lumii materiale.

Schimbarea radicală a concepţiilor despre materie, spaţiu şi timp, masă şi energie, despre conexiunile şi relaţiile lor, diversitatea formelor de manifestare a relaţiilor cauzale în diferitele forme de mişcare a materiei etc. sînt speculate pe scară largă de idealismul „fizic“. Ca şi înainte, idealiştii „fizici“ caută să dovedească falimentul materialismului, identificînd materialismul metafizic cu materialismul în genere, deşi mărginirea materialismului metafizic, incapacitatea lui de a explica noile fenomene în ştiinţă a fost demonstrată convingător de către V. I. Lenin. Ca şi înainte, de partea idealiştilor luptă activ biserica, căci probleme cum sînt dispunerea universului în spaţiu şi existenţa lui în timp privesc înseşi bazele concepţiei religioase despre lume.

Scanned with OKEN Scanner

O luptă deosebit de înverşunată între materialism de o parte şi idealism şi religie de cealaltă parte s-a încins în jurul concluziilor gnoseologice trase din teoria relativităţii şi mecanica cuantică.

NEGAREA CONŢINUTULUI OBIECTIV AL TEORIEI RELATIVITĂŢII

Teoria relativităţii a demonstrat că proprietăţile spaţiale şi timpul nu sînt absolute, că ele depind de mişcarea corpurilor materiale, reprezentînd deci mărimi relative. Schimbările obiective ale proprietăţilor corpurilor în funcţie de viteza mişcării, schimbări exprimate în formulele lui Lorentz şi confirmate de practică, sînt respinse de idealiştii „fizici" contemporani. Ei interpretează relativitatea în felul lor, subiectivist.

Ei afirmă, în deplină concordanţă cu poziţia lor filozofică fundamentală, că noţiuni şi mărimi fizice fundamentale ca masa, lungimea, durata sînt pur arbitrare, subiective. Astfel, fizicianul englez idealist A. Eddington declară făţiş că mărimea fizică este, înainte de toate, „rezultatul măsurătorii şi calculelor", că ea constituie un lucru „creat de operaţiile noastre". De aici urmează că legile care exprimă conexiunile şi raporturile dintre noţiuni şi mărimi fizice nu oglindesc conexiuni şi raporturi obiective, materiale dintre mărimi obiective şi proprietăţile lor, ci depind în întregime de operaţiile de măsură, al căror caracter este determinat de observator. Prin urmare, omul este creatorul legilor ştiinţei. După cum consideră Eddington, aceste legi sînt „cu totul subiective".

Einstein, marele fizician al contemporaneităţii, materialist spontan în domeniul ştiinţei concrete, a efectuat o serie de cercetări speciale extrem de valoroase, care au o uriaşă însemnătate ştiinţifică. Nu o dată însă Einstein şi unii discipoli ai săi trăgeau din doctrina sa concluzii idealist-subiective. Astfel, luînd apărarea realităţii obiective, Einstein definea totodată obiectele corporale drept complexe de senzaţii relativ invariabile. Dacă însă

Scanned with OKEN Scanner

spațiul și timpul sînt legate de corp, acesta reprezentînd un complex de senzații și nu o realitate, materială, existentă în mod obiectiv, atunci spațiul și timpul înseși se transformă în complexe de senzații. Dar a concepe corpurile ca complexe de senzații înseamnă, după cum a arătat V. I. Lenin, a te situa tocmai pe pozițiile idealismului subiectiv.

Studiind mișcarea corpului, fizicienii nu numai că utilizează un anumit sistem de coordonate, ci și folosesc ceasornicul în scopul fixării timpului. La toate acestea idealiștii „fizici" îl alătură strîns pe observator și prezintă variația dimensiunilor spațiale și a mărimilor temporale drept consecința aplicării arbitrare a unui anumit procedeu de măsurare și drept consecința senzațiilor căpătate cu acest prilej de către observator. De aici expresia lui Einstein, „fiecare om are propriul său timp subiectiv", și a lui Eddington, „timpul trebuie înțeles numai în raport cu observatorul".

După părerea idealiștilor „fizici", teoria relativității leagă timpul subiectiv, ca senzație a individului-observator, de timpul subiectiv (senzațiile de timp) ale altor indivizi-observatori. Relativitatea spațiului și timpului este și ea înțeleasă, prin urmare, ca un raport între observatori.

În fapt, spațiul și timpul, ca forme de existență ale materiei, sînt obiective, reale și nu depind de conștiința noastră.

Într-adevăr, în macrocosm, același obiect îi apare omului la distanțe diferite ca avînd dimensiuni diferite, o întindere diferită (lungime, lățime, înălțime); diferită pare și distanța dintre aceleași obiecte. Să admitem că distanța dintre doi copaci măsurată de noi este de 12 m. Dacă vom privi copacii de la distanță, de la 200 m de exemplu, acest interval ne va apare cu mult mai mic decît de la distanța de 20 m. De fapt însă, distanța dintre copaci nu s-a schimbat, ea este tot de 12 m. Sînt bine cunoscute și iluziile optice; astfel, în cazul unui desen ha-

Scanned with OKEN Scanner

şurat într-un anumit fel, noi percepem liniile drepte ca ondulate, iar liniile paralele par să se apropie.

La fel stau lucrurile şi cu duratele în macrocosm. Unul şi acelaşi interval de timp apare diferit pentru oameni diferiţi, în funcţie de dispoziţia, atenţia şi interesul acestora faţă de evenimentele care au loc. De fapt însă, acest interval de timp rămîne mereu acelaşi. Astfel, oricît de lungă sau de scurtă ar părea diferiţilor oameni durata de o oră, Pămîntul, independent de această percepţie, parcurge mereu într-o oră, în mişcarea lui în jurul Soarelui, un drum de 108 000 km. Faptul că în timpul indicat — o oră — are loc mereu unul şi acelaşi proces, independent de conştiinţa oamenilor, constituie dovada cea mai bună a caracterului obiectiv al duratei, a independenţiei acesteia de natura percepţiilor şi senzaţiilor omului.

În microcosm, schimbările proprietăţilor spaţiale şi temporale ale corpului în funcţie de viteza mişcării sale au de asemenea un caracter obiectiv. Acest fapt este confirmat de practică ; el nu depinde cîtuşi de puţin de procedeul de măsură utilizat sau de natura senzaţiilor observatorului.

TEORIA „EXPANSIUNII UNIVERSULUI“

În 1924 au fost descoperite nebuloasele spirale — formaţii care sînt alcătuite din nenumărate stele de tipul Soarelui şi care au forma de spirală cu cîteva braţe în jurul unui nucleu central. Ele se află cu mult dincolo de graniţele sistemului stelar din care face parte Soarele, adică dincolo de graniţele Galaxiei noastre, şi au dimensiuni comparabile cu ea. Studiul nebuloaselor a dus la descoperirea unui paradox cosmologic absolut neaşteptat : cu cît o asemenea nebuloasă este mai îndepărtată, cu atît mai mare este porţiunea roşie a spectrului ei.

Fizicienii cunoşteau de multă vreme starea fizică ce provoacă un asemenea fenomen. El a fost explicat pe baza principiului lui Doppler. Cînd sursa unui sunet (să presu-

Scanned with OKEN Scanner

punem că această sursă este o locomotivă) se îndepărtează de noi, atunci sunetele devin mai joase, adică se micşorează frecvenţa oscilaţiilor sonore care ajung la noi; invers, la apropierea locomotivei, tonul sirenei, deci şi frecvenţa oscilaţiilor care ne parvin, creşte. Asemenea schimbări ale frecvenţei oscilaţiilor în cazul deplasării sursei sonore constituie efectul lui Doppler.

Se părea că un fenomen absolut analog se petrece şi în cazul oscilaţiilor luminoase, cu singura deosebire că schimbările frecvenţei oscilaţiilor luminoase sînt legate de schimbarea luminii spectrului emis. Cînd sursa luminoasă se apropie de noi, liniile spectrale emise de ea se deplasează spre partea violetă a spectrului. Acest fenomen se datorează creşterii frecvenţei oscilaţiilor şi, prin urmare, micşorării lungimii undei de lumină. Deplasarea spre roşu a spectrului se observă în cazul îndepărtării sursei de lumină.

Prin urmare, deplasarea spre roşu a spectrului nebuloaselor spirale poate fi explicată prin îndepărtarea lor de Pămînt. Numărul oscilaţiilor luminoase percepute într-o unitate de timp (frecvenţa) se va micşora, din care cauză liniile spectrale se vor deplasa spre roşu, adică spre lungimi de undă mai mari.

Între mărimea deplasării spre roşu şi viteza nebuloasei care se îndepărtează există o legătură. Rezultatele observării nebuloaselor depărtate arată că deplasarea spre roşu creşte în raport cu distanţa lor faţă de noi. Admiţînd că în acest caz are loc necondiţionat efectul Doppler, rezultă că universul se împrăştie într-un ritm foarte rapid. După cum se exprimă astronomii, are loc „fuga nebuloaselor".

Încercînd să interpreteze acest paradox astronomic — fenomenul deplasării spre roşu —, savanţii idealişti şi reprezentanţii bisericii au creat, pe baza unor calcule matematice formale şi a unor ipoteze arbitrare, teoria „expansiunii universului". Potrivit unei variante a acestei „teorii" create de abatele belgian Lemaître, universul

Scanned with OKEN Scanner

ocupă un volum finit. Acest volum nu rămîne imuabil, ci variază cu timpul. Întrucît galaxiile se îndepărtează necontenit una de alta, universul ar trebui să „se umfle", deoarece distanța dintre două puncte oarecare ale lui se mărește mereu. Dispersarea galaxiilor nu are limite; de aceea universul se rarefiază tot mai mult, densitatea masei și energiei lui tinzînd spre zero.

Unii cosmologi burghezi presupun că „expansiunea" universului a început de la o anumită rază inițială. Eddington, de exemplu, pornește în calculele sale de la momentul în care galaxiile se aflau în contact una cu alta. Clericalistul Lemaître consideră că a fost un moment cînd toate galaxiile erau concentrate într-un singur punct al spațiului și tot universul constituia un singur „atom". Acest „atom", după părerea lui Lemaître, era cu totul neobișnuit: el conținea și „spiritul rațional" și toate premisele dezvoltării universului în varietatea lui infinită. Reieșea că întregul univers a apărut abia după ce creatorul lumii a făurit „atomul-tată", atomul primar, atribuindu-i legile care se manifestă acum în universul în expansiune.

În legătură cu această „teorie" se pune imediat întrebarea: în ce direcție se extinde universul? Se poate răspunde: spre neant. Din punct de vedere științific însă, acest răspuns nu are sens. A admite existența vidului sau a spațiului dincolo de hotarele universului înseamnă a rupe materia de spațiu, a nu concepe spațiul ca formă de existență a materiei; o asemenea abordare vine însă în contradicție cu datele fizicii moderne, cu teoria relativității.

Dacă admitem că spațiul apărut ca urmare a „expansiunii" universului nu este vid, ci un spațiu real, adică legat de materie, atunci inevitabil se ajunge iarăși la concepția antiștiințifică despre apariția materiei „din neant".

Conform acestei teorii, lumea aflată în afara Galaxiei noastre „fuge" de noi și nimic nu-i ocupă locul. O dată cu

Scanned with OKEN Scanner

depărtarea creşte şi viteza „de fugă", a cărei valoare, calculată pe baza efectului Doppler, trebuie să fie chiar mai mare decît viteza luminii. Astfel, dacă am da crezare acestor calcule, nebuloasele care s-au îndepărtat deja de noi la o distanţă de circa 2 miliarde de ani-lumină, trebuie să se deplaseze cu o viteză mai mare decît viteza luminii. Dar aceasta, în primul rînd, contrazice acel principiu al teoriei relativităţii care arată că viteza luminii constituie viteza maximă. În al doilea rînd, urmează că lumina acestor nebuloase nu va putea ajunge niciodată pînă la noi şi deci noi niciodată nu vom putea afla ceva despre aceste nebuloase. Ele au depăşit „limitele" şi posibilităţile cunoaşterii noastre. Iar fenomenele care astăzi mai sînt accesibile cunoaşterii nu vor putea fi observate de astronomii viitorului.

Aşadar, conform acestei „teorii", nebuloasele care se îndepărtează de noi vor deveni invizibile şi incognoscibile; de aici putem ajunge în mod firesc la concluzia că ele vor pierde în general orice legătură cauzală cu noi, precum şi între ele. Teoria „expansiunii universului" duce astfel la agnosticism, la negarea cauzalităţii şi a interacţiunii materiei în mişcare. Ea afirmă că universul nu este veşnic, că el are un început în spaţiu şi în timp. Această reprezentare a universului ca un fenomen de scurtă durată şi trecător duce în mod firesc la concepţia religioasă despre facerea lumii şi sfîrşitul ei, despre pieirea universului.

Teoriile fizice, faptele, datele observaţiei, verificate mult mai exact decît tabloul extrem de simplist al clericalilor şi idealiştilor despre începutul şi sfîrşitul lumii, contrazic concluziile mistice şi calculele abstract-matematice care se referă la „fuga" nebuloaselor. Astfel, dacă apelăm formal la corelaţia dintre mărimea deplasării spre roşu şi distanţă şi efectuăm calculul invers în ceea ce priveşte timpul, putem ajunge la concluzia artificială că acum un miliard de ani întinderea universului era egală cu zero. Dar vîrsta universului calculată în felul acesta de idealiştii-

Scanned with OKEN Scanner

astronomi este mai mică decît vîrsta Pămîntului, a sistemului nostru solar şi a altor corpuri cosmice, vîrstă care poate fi confirmată pe bază de fapte. Provoacă îndoieli şi uriaşa valoare a vitezei îndepărtării nebuloaselor, calculată pe baza principiului lui Doppler. Aceasta arată că teoria „expansiunii universului" — teorie bazată pe faptul deplasării spre roşu luat izolat, în mod metafizic, fără a ţine cont de varietatea infinită a formelor materiei şi a mişcării ei, a legăturii dialectice indisolubile dintre aceste forme — este o construcţie arbitrară.

Fenomenul deplasării spre roşu a căpătat şi alte explicări, care concordă mai mult cu rezultatele observaţiilor şi datelor ştiinţifice. Unii astrofizicieni sovietici (A. A. Belopolski ş.a.) au abandonat explicaţia deplasării spre roşu pe baza principiului lui Doppler. S-a emis ipoteza că deplasarea spre roşu este legată de trecerea luminii prin spaţii colosale în diferite condiţii, rămase deocamdată necunoscute şi care provoacă diverse schimbări ale undelor luminoase. Se presupune că deplasarea spre roşu are loc şi atunci cînd lumina trece prin cîmpuri gravitaţionale foarte puternice. Se presupune, de asemenea, că între lumină şi diferitele cîmpuri electromagnetice apare o anumită interacţiune, care se manifestă atunci cînd lumina parcurge un drum foarte lung.

Studiul radioundelor emise de nebuloase a adus în ultimul timp date noi, care confirmă faptul că nebuloasele se îndepărtează de noi. Nu este însă just să presupunem că acest fenomen se produce în întregul univers infinit. Viciul fundamental al idealiştilor — avem aici în vedere cosmogonia — rezidă în absolutizarea concluziilor care se referă la regiuni finite ale universului şi extrapolarea acestor concluzii la întregul univers. Deocamdată cea mai probabilă ipoteză este că în prezent se extinde acea parte a metagalaxiei în care se află Galaxia noastră, precum şi galaxiile cele mai apropiate de ea. Această expansiune trebuie privită ca un fenomen local şi temporar, ca un

Scanned with OKEN Scanner

fenomen absolut natural şi nu excepţional, ca un episod în dezvoltarea infinită a universului infinit. Într-adevăr, în cadrul mişcării infinit de variate şi de complexe a materiei au loc procese dintre cele mai felurite, în direcţii opuse, în timpuri şi locuri diferite.

Deocamdată deplasarea spre roşu rămîne o problemă nerezolvată pe deplin. Acesta este un exemplu pregnant care arată nu numai inepuizabilitatea materiei şi a proprietăţilor ei, ci şi caracterul relativ al cunoştinţelor umane, dependenţa lor de condiţiile istorice, de realizările tehnice şi ştiinţifice ale epocii respective. Această problemă va putea fi soluţionată nu prin calculele matematice abstracte ale idealiştilor, nu pe baza ficţiunilor clericaliştilor, ci pe baza progresului ştiinţific şi tehnic. Probabil că nu este departe vremea cînd un gigantic satelit artificial sovietic al Pămîntului va duce în cosmos un adevărat observator astronomic, care va permite nu numai lămurirea naturii deplasării spre roşu, ci şi cunoaşterea multor altor fenomene cosmologice.

DESPRE „MOARTEA TERMICĂ“ A UNIVERSULUI

Cea de-a doua lege a termodinamicii este un alt argument fizic folosit de idealişti şi clericalişti în scopul de a dovedi caracterul finit al universului în timp, adică creaţia lui „din nimic“. Termodinamica studiază procesele de echilibru termic şi de transformare a căldurii în alte forme de energie, şi invers. La baza termodinamicii stau trei principii sau legi, din care decurg concluzii pe deplin confirmate de practică.

Formularea cea mai generală şi mai elementară a legii a doua a termodinamicii este : căldura nu trece niciodată în mod spontan de la un corp mai rece la un corp mai cald. Deşi toate formele de energie pot fi transformate în energie termică (conform legii conservării energiei) în proporţii precis determinate, energia termică obţinută pe această cale nu mai poate fi retransformată integral, fără resturi,

Scanned with OKEN Scanner

în alte forme de energie. Astfel, dacă o sobă electrică a consumat pentru încălzirea unei încăperi 200 kWh, această căldură nu poate fi retransformată fără pierderi şi adaosuri în 200 kWh de energie electrică.

Filozofii idealişti şi clericaliştii s-au cramponat de acest principiu, pretinzînd că el ar confirma ştiinţific teza după care universul are un început şi un sfîrşit. Ei argumentează astfel : dat fiind că toate transformările energetice decurg aşa cum s-a arătat mai sus, în univers va surveni starea cînd diversele forme de energie se vor transforma toate în energie termică. Întrucît căldura trece numai de la corpuri mai calde la corpuri mai reci, diferenţele de temperatură ale corpurilor în univers trebuie să se egalizeze treptat. Aceasta şi este moartea termică a universului, deoarece atunci va surveni echilibrul şi va înceta orice mişcare şi transformare. În felul acesta universul va constitui o materie moartă, lipsită de orice mişcare.

În ciuda tuturor datelor ştiinţelor naturii, în ciuda legilor naturii — printre care şi teoria relativităţii, care a stabilit conexiunea reciprocă, unitatea dintre materie şi mişcare — adepţii „teoriei" morţii termice a universului rup materia de mişcare, caută să prezinte materia fără mişcare, să demonstreze că energia poate fi creată şi distrusă.

Esenţa acestei „teorii" a fost integral dezvăluită încă de Engels : *„Al doilea principiu al lui Clausius* etc. poate să se prezinte oricum. În orice caz se pierde energie, dacă nu cantitativ, cel puţin calitativ... Ceasul universului a trebuit să fie mai întîi întors, apoi el merge înainte pînă cînd ajunge în stare de echilibru, stare din care numai o minune va putea să-l scoată şi să-l pună din nou în mişcare. Energia cheltuită pentru întoarcerea ceasului a dispărut, cel puţin calitativ, şi nu poate fi restabilită decît pe calea *impulsului din afară*. Deci impulsul din afară a fost necesar şi la început ; deci cantitatea de mişcare din univers, respectiv de energie, nu e mereu

Scanned with OKEN Scanner

aceeași ; deci energia a trebuit să fie creată ; deci ea poate fi creată ; deci ea poate fi și distrusă. *Ad absurdum !* (pînă la absurd !)".

Din punct de vedere fizic, raționamentele adepților morții termice constituie o denaturare premeditată, o extindere nepermisă a celui de-al doilea principiu în afara sferei sale de acțiune.

De fapt, a doua lege fundamentală a termodinamicii are o valabilitate limitată. Ea privește numai specificul, particularitățile transmiterii și transformării căldurii în alte forme de energie în anumite condiții. Ea nu constituie o lege universală a naturii. Prima lege a termodinamicii — legea mai generală a conservării energiei, caracterizată încă de Engels ca „lege absolută a naturii" — se enunță astfel : energia nu poate să apară sau să dispară ; o formă a energiei se transformă în alta în proporții strict determinate.

Admiterea concepției morții termice, postularea existenței finite în timp a universului, deci postularea creației sale din nimic, contrazice flagrant această lege fundamentală, contravine tuturor datelor furnizate de științele naturii și de practica umană. Stratagema idealiștilor constă în a substitui acestei legi a naturii — lege absolută în sensul caracterului ei universal, ea acționînd întotdeauna și pretutindeni, — o altă lege, a cărei acțiune este extrem de limitată.

Caracterul limitat al celei de-a doua legi a termodinamicii reiese încă din formularea ei. Astfel se subînțelege că ea este valabilă numai pentru sistemele închise, sisteme care nu primesc energie din afară și nu o cedează în afară. Existența unor astfel de sisteme este însă idealizată într-o anumită măsură, deoarece în univers toate fenomenele se leagă și se condiționează reciproc ; în genere deci nu pot să existe sisteme absolut închise. În consecință, cel de-al doilea principiu al termodinamicii are o valabilitate aproximativă. Este adevărat că însuși universul în an-

Scanned with OKEN Scanner

samblu poate fi considerat ca un sistem unic, în care energia nu este obținută din afară și nu este cedată. Dar, în fața universului infinit în timp și spațiu, orice închistare, orice limitare își pierde sensul.

De aceea este cu totul inadmisibilă extinderea asupra universului în ansamblu a unei legi deduse pentru domenii finite și acționînd într-un cadru determinat, în condiții determinate ; nu mai vorbim de caracterul net antiștiințific al absolutizării unei legi cu caracter limitat și al opunerii ei unei legi mai generale, unei legi universale, a cărei acțiune a fost practic confirmată în toate domeniile realității.

Legea conservării și transformării energiei exprimă cît se poate de evident nu numai indestructibilitatea cantitativă a energiei, ci și indestructibilitatea ei calitativă. Aceasta înseamnă că energia nu-și poate pierde niciodată și nicăieri capacitatea de a suferi noi și noi transformări. Prin urmare, în univers nu poate interveni niciodată un moment cînd toate formele de energie se vor transforma în energie termică, iar aceasta din urmă se va distribui uniform în spațiul cosmic.

Știința contemporană oferă un material bogat care arată că, simultan cu procesele de împrăștiere a energiei și de transformare a diferitelor forme de energie în forma cea mai simplă — termică —, în univers au loc și procese de construire, dezvoltare, complicare. Cea de-a treia lege a termodinamicii, descoperită de Nernst, sau principiul inaccesibilității zeroului absolut al temperaturii, arată că în apropiere de zero absolut (—273°C), unde, potrivit legilor mecanicii, încetează orice mișcare, au loc diferite procese chimice și fizico-cuantice de formare, de exemplu formarea de cristale. Dar și la temperaturi depărtate de zero absolut, în adîncurile universului, în diferite regiuni ale lumii materiale, au loc permanent procese de formare. Așa sînt, de pildă, diverse procese nucleare, formarea atomilor din particule „elementare", transformarea aces-

Scanned with OKEN Scanner

tora din urmă în unde electromagnetice şi, invers, apariţia din radiaţie a perechii electron-pozitron.

Datele astronomiei contemporane, lucrările eminenţilor astronomi sovietici V. A. Ambarţumian, V. G. Fesenkov şi ale colaboratorilor acestora arată că în univers, paralel cu „stingerea" stelelor, are loc procesul invers : acumularea materiei şi energiei expulzate de aceste stele, formarea de noi stele din nebuloasele gazoase, pulverulente, stele care sînt sursa unor cantităţi colosale de căldură. Astăzi vedem cîtă dreptate avea Engels atunci cînd, criticînd „ideea" morţii termice a universului, enunţată pentru prima dată încă în 1865 de către fizicianul german Clausius, şi-a exprimat convingerea că viitorul va arăta „în ce fel devine din nou utilizabilă energia radiată în spaţiul cosmic".

În 1950 savantul sovietic B. I. Plotkin a confirmat caracterul limitat al acţiunii celei de-a doua legi a termodinamicii. El a demonstrat că legile statistice de genul celei menţionate decurg din proprietăţile mulţimilor finite de particule ; în consecinţă, asemenea legi nu pot fi extinse asupra unor mulţimi infinite, cum este şi universul nostru.

Dezvoltarea ştiinţei zdrobeşte pas cu pas teoriile idealiştilor şi clericaliştilor despre începutul şi sfîrşitul lumii, despre crearea ei, teorii arbitrare care denaturează cunoştinţele umane şi speculează lacunele acestora.

DESPRE „TRANSFORMAREA" MATERIEI ÎN ENERGIE

Cunoscuta relaţie a lui Einstein $E = mc^2$, relaţie care exprimă posibilitatea trecerii energiei substanţei în energie legată de radiaţie (altă formă a materiei), stă la baza întregii fizici nucleare moderne. Dar această dovadă grăitoare a tezei materialismului dialectic cu privire la legătura indisolubilă dintre materie şi energie, ca şi transformarea perechii electron-pozitron în foton şi invers, a fost folosită imediat de o serie de fizicieni şi de filozofi burghezi pentru reînvierea „energetismului".

Scanned with OKEN Scanner

„Energetiștii“ moderni, care reprezintă o varietate a idealismului „fizic“, nu au adus în esență ceva principial nou în comparație cu „energetismul“ vechi al lui Ostwald. Interpretînd idealist legea conexiunii dintre masă și energie, ei susțin posibilitatea transformării materiei în energie, și invers, sau vorbesc deschis despre transformarea materiei în energie.

Heisenberg a exprimat clar această tendință de a înlătura noțiunea de materie ca realitate obiectivă, înlocuind-o cu noțiunea de energie. Astfel, el scrie : „De cînd celebra formulă a teoriei relativității a legat strîns energia și masa, noi considerăm că energia în orice formă a sa are de asemenea masă și că de aceea poate fi privită ca o formă oarecare a materiei“. Și mai departe : „Dintre formele principale ale energiei, trei forme se disting printr-o stabilitate deosebită : electronii, protonii și neutronii. În sensul propriu al cuvîntului, materia constă din aceste forme de energie“. După cum vedem, teza de tristă celebritate a „dispariției materiei“ se repetă mereu și mereu în diverse variante.

Pentru „energetiștii“ contemporani, ca și pentru machiștii de la începutul secolului, substanța este o simplă concentrare de radiații, întreaga lume — cîmpul și substanța — fiind o totalitate a formelor de energie. De aici urmează trecerea la mișcarea fără materie, la gîndirea fără creier etc.

„Energetismul“ pornește de la interpretarea greșită a legii conexiunii dintre masă și energie. Astfel, din formula $E = mc^2$ este trasă concluzia că energia „ar poseda“ masă. Din punctul de vedere al materialismului dialectic, această relație înseamnă doar că corpul material (electron sau foton), care are o masă de un anumit tip (masă de repaus sau de mișcare), are în mod obligatoriu și energie. Prin urmare, energia, împreună cu masa, constituie numai una dintre proprietățile materiei. Orice tendință de a absolutiza această proprietate ridicînd-o la rangul de prin-

Scanned with OKEN Scanner

cipiu primar, orice presupunere că energia ca atare, fără vreun suport material, poate fi legată de masă duce la ruperea materiei de mișcare, la admiterea unor forțe supreme spirituale, ideale, adică duce direct la fideism, la concepția religioasă.

„ANIHILAREA" MATERIEI

Pentru a dovedi că energia este principiul fundamental, „energeticienii" speculează un fenomen stabilit experimental : transformarea perechii electron-pozitron în fotoni, aceștia din urmă fiind considerați de ei nu ca materie, ci ca o formă a energiei. Acest fenomen, numit în mod greșit de către fizicienii burghezi „anihilare", reprezintă transformarea perechii de particule „elementare" electron-pozitron, avînd masă proprie, în 2 fotoni, a căror masă este nulă. Această împrejurare este luată de „energetiști" ca temei pentru contestarea materialității fotonului. Experiențele lui P. N. Lebedev privind presiunea luminii au dovedit însă cît se poate de clar că lumina are masă ; prin urmare, și particula „elementară" de lumină — fotonul — are masă. Dar masa luminii este de un alt ordin calitativ ; ea nu este de natură mecanică. Spre deosebire de pozitron și de electron, cărora le este inerentă „masa de repaus", fotonul posedă doar „masă de mișcare". Astfel, masa reprezintă o proprietate comună substanței și luminii ; caracterul ei diferit de la un caz la altul reflectă doar particularitățile calitative ale acestor două forme deosebite ale materiei.

Prin urmare, în cazul transformării perechii electron-pozitron în fotoni și invers, are loc transformarea unui tip de particule materiale „elementare" în alt tip, transformarea unei forme calitativ specifice a materiei în altă formă, trecerea formelor mișcării materiale unele în altele ; nu este vorba nicidecum de nimicirea materiei sau „materializarea energiei", cum se străduiesc să dovedească „energetiștii", care pretind că fizica modernă ar fi descoperit o posibilitate de dispariție a materiei și ar fi „infir-

Scanned with OKEN Scanner

mat" astfel materialismul. S-a stabilit experimental că în această transformare intervin legile de conservare : masa şi energia totală a sistemului nu variază din punct de vedere cantitativ, ci doar se transformă dintr-o formă în alta.

Materialismul dialectic consideră că este principial inadmisibil să se reducă întreaga varietate calitativă a fenomenelor lumii înconjurătoare la vreun principiu primordial şi să se ridice la rangul de absolut, la rangul de proprietate universală una din proprietăţile sau stările materiei. Această linie este antiştiinţifică, metafizică ; ea duce inevitabil la un idealism făţiş, aşa cum se întîmplă cu „energetiştii" contemporani.

PRINCIPIUL „OBSERVABILITĂŢII PRINCIPIALE"

Unele concluzii ale mecanicii cuantice sînt de asemenea folosite de idealiştii „fizici" contemporani în scopul fundamentării agnosticismului şi negării principiului materialist al cauzalităţii. În această privinţă cît se poate de caracteristic era principiul „observabilităţii principiale", formulat la timpul său de către Heisenberg şi Dirac ; conform acestui principiu, teoria ştiinţifică trebuie să înglobeze numai datele fizice accesibile observaţiei şi măsurării directe.

Fără îndoială că fiecare teorie cu adevărat ştiinţifică se sprijină pe fenomene stabilite experimental, care pot fi deci măsurate şi studiate. Aceasta nu justifică însă absolutizarea observaţiilor şi operaţiilor de măsurare, reducerea principială a cunoaşterii numai la ele. Măsurătorile oferă numai caracteristicile cantitative ale unor laturi şi proprietăţi separate ; ele nu ajung să dezvăluie obiectul ca un întreg unitar, calitativ specific, existent în mod obiectiv, în totalitatea legilor, conexiunilor şi raporturilor sale. Acest obiectiv poate fi atins prin solicitarea şi aplicarea intensă a activităţii creatoare a gîndirii umane.

A restrînge ceea ce există în mod obiectiv, real numai la ceea ce este accesibil observaţiei şi măsurării directe

Scanned with OKEN Scanner

înseamnă, în esenţă, a trece pe poziţii idealist-subiective, machiste. Într-adevăr, machiştii negau existenţa reală a atomilor şi a moleculelor tocmai din cauză că ele depăşesc cadrul senzaţiilor nemijlocite, fiind astfel, după părerea lor, doar „produse ale fanteziei noastre". Machiştii au caracterizat fizica teoretică drept o construcţie „ipotetică fictivă" tocmai pentru că ea recunoştea teoria cinetică-moleculară a gazelor, adică admitea existenţa reală a unor particule care nu puteau fi încă observate şi măsurate. Dar imposibilitatea de a observa sau măsura într-un moment dat anumite fenomene şi mărimi nu constituie un temei pentru a le declara principial inobservabile, deci şi incognoscibile.

A înţelege teoria în acest fel înseamnă a o lipsi de valoarea ei fundamentală de ghid în cercetarea ştiinţifică, înseamnă a-i nega dreptul la previziune ştiinţifică. Dar teoria trebuie nu numai să explice faptele şi fenomenele cunoscute, ci să şi prevadă fapte noi, încă necunoscute, care vor fi observate ulterior şi cu timpul vor fi studiate, măsurate şi confirmate experimental. Teza „observabilităţii principiale" limitează cunoaşterea ştiinţifică, condamnă ştiinţa la rătăcire în întuneric, la empirism gol, ducînd astfel direct la agnosticism.

„PRINCIPIUL COMPLEMENTARITĂŢII"

Întrucît microobiectul ca atare este inobservabil, proprietăţile lui pot fi cunoscute numai cu ajutorul diferitelor aparate fizice. Specificul calitativ al microparticulelor, care decurge din natura lor dublă, corpuscular-ondulatorie, face cu neputinţă să se stabilească simultan (ca în cazul macrocorpurilor obişnuite), cu un aparat unic şi pe baza unei observaţii unice, poziţia microparticulei în spaţiu (coordonatele) şi viteza ei (mai exact, impulsul). În fizica modernă putem descrie în mod complet starea microparticulelor numai dacă utilizăm două tipuri de aparate sau de dispozitive fizice, care se completează unul pe altul.

Scanned with OKEN Scanner

Speculînd această situaţie, idealiştii „fizici“ contemporani au formulat aşa-zisul „principiu al complementarităţii“, după care proprietăţile corpuscular-ondulatorii nu ar fi proprietăţi obiective ale microparticulelor, ci ar reprezenta simple rezultate ale măsurătorilor. Acestea din urmă nu se obţin în unul şi acelaşi proces, ci depind de tipul aparatului folosit. Astfel, proprietăţile corpusculare ale microobiectului sînt determinate ca reale numai prin măsurarea cu aparate de un tip, iar cele ondulatorii prin măsurarea cu aparate de un alt tip.

Din imposibilitatea de a măsura simultan, cu un singur aparat, printr-un singur procedeu, proprietăţile corpusculare şi ondulatorii se trage concluzia că ele se exclud reciproc. „Sau-sau“, spun idealiştii „fizici“. Ignorînd natura specifică a microobiectelor, ei susţin că aceste două stări nu pot aparţine microobiectelor în mod simultan, că stările se completează reciproc şi că numai astfel s-ar putea obţine tabloul real al naturii microobiectelor. Asistăm la o separare metafizică inadmisibilă a proprietăţilor unice corpuscular-ondulatorii ale microobiectelor, fapt care contrazice întru totul datele experimentale privind difracţia electronilor şi a altor particule.

Legătura directă dintre „principiul complementarităţii“ şi teza „observabilităţii principiale“ este evidentă. După cum s-a mai arătat, aceasta din urmă susţine că cunoaşterea noastră se referă numai la rezultatele operaţiilor de măsurare şi nu la obiectul însuşi, la esenţa lui. Tocmai această concepţie idealist-subiectivă stă la baza „principiului complementarităţii“.

CU PRIVIRE LA ROLUL „SPECIAL“ AL APARATULUI

Influenţa exercitată de aparat asupra stării microobiectelor constituie o particularitate a operaţiilor de observare şi de măsurare a microobiectelor. De exemplu, sub acţiunea cuantelor unui fascicul de lumină îndreptat spre elec-

Scanned with OKEN Scanner

tron în procesul observaţiei, are loc o anumită schimbare a stării electronului, adică a coordonatelor spaţiale şi a vitezei sale. Tocmai această stare modificată va fi observată şi stabilită, şi nu starea pe care a avut-o electronul pînă la începerea experienţei.

Unii fizicieni idealişti interpretează în mod eronat aceste particularităţi ale procesului cunoaşterii microcosmului. Exagerînd rolul aparatului, ei ajung la concluzia că aparatul — iar prin intermediul lui şi observatorul care a ales acest aparat — exercită o acţiune determinantă asupra microobiectelor, cercetătorul putînd după bunul său plac să schimbe starea acestora. Mai mult, prin măsurare, subiectul „prepară realitatea fizică". Proprietăţile microparticulelor nu ar avea un caracter obiectiv, ci ar fi create de observator, depinzînd în mod absolut de acesta. Reiese că rezultatele observaţiilor au un caracter subiectiv ; posibilitatea existenţei unei realităţi obiective în afară şi independent de aparat şi de operaţiile de măsurare este negată, întrucît aceasta ar ţine de domeniul inobservabilităţii principiale, adică ar ieşi din cadrul senzaţiilor noastre. Cunoaşterea microproceselor se reduce la conexiunea dintre microobiect şi aparat, reale şi cognoscibile fiind numai indicaţiile aparatului, rezultatele măsurătorii.

Aşadar, problema filozofică fundamentală a raportului dintre subiect şi obiect este „rezolvată" de către idealiştii „fizici" contemporani de pe poziţiile vechii teorii machiste despre „coordonarea principială" a subiectului şi mediului ; ce-i drept, ei au travestit această teorie, dar esenţa ei idealist-subiectivă a fost demascată încă de Lenin.

Interacţiunea aparatului cu microobiectul în cadrul procesului de observare nu poate fi un temei pentru negarea existenţei reale, independente de om, a microobiectelor şi a proprietăţilor lor obiective. Dimpotrivă, tocmai în cursul acestei interacţiuni, care ar fi imposibilă dacă microparticulele nu ar exista realmente în afara aparatului, se

Scanned with OKEN Scanner

relevă caracterul și proprietățile acestor microparticule. Astfel, tocmai posibilitatea principială a determinării prin observație a proprietăților obiective ale microparticulelor permite folosirea contorului Geiger și a camerei Wilson, descoperirea fenomenului difracției la trecerea unui flux de electroni printr-o rețea cristalină, precum și descoperirea multor altor fenomene care și-au găsit confirmarea și o utilizare practică în fizica atomică modernă.

CAMPANIA ÎMPOTRIVA PRINCIPIULUI CAUZALITĂȚII

În fizica clasică, principiul cauzalității se statornicise ferm. Era unanim admis faptul că la baza apariției sau schimbării unui anumit fenomen stă un alt fenomen sau o stare care îl precedă. Starea finală a procesului era deci o consecință a stării inițiale și a interacțiunilor fenomenului de-a lungul dezvoltării sale. Prin urmare, cunoașterea stării fenomenului într-un moment inițial permitea să se prevadă starea lui în orice moment ulterior într-un interval de timp finit. În mecanica cuantică, după cum am mai arătat, ansamblul sau grupul de microparticule este caracterizat prin funcția de undă, a cărei variație în timp, exprimată de ecuația lui Schrödinger, determină respectivul ansamblu.

Raporturile cauzale sînt considerate de materialismul dialectic doar ca o latură a conexiunii universale obiectiv-reale a fenomenelor, dar ca o latură prezentă în mod obligatoriu la fenomenele lumii materiale, indiferent de deosebirile lor calitative. Pornind de la principiul specificului calitativ al formelor de mișcare a materiei, materialismul dialectic recunoaște și existența formelor calitativ deosebite ale conexiunilor cauzale. Existența cauzalității în microcosm nu provoacă nici un fel de îndoieli. Nu se pune decît problema formei ei, determinată de natura specifică a microobiectelor și de conținutul probabilist al funcției de undă.

Idealiștii „fizici" contemporani încearcă însă „să infirme" dependența cauzală a fenomenelor în microcosm. În acest scop, ei recurg la procedee principial inadmisi-

Scanned with OKEN Scanner

bile în cercetarea ştiinţifică. Se ştie, de pildă, că fizica modernă descoperă numeroase fenomene ale căror cauze încă nu pot fi precizate. Astfel, ca urmare a studierii insuficiente a microparticulelor înseşi, fizicienii nu cunosc deocamdată toate cauzele care determină mişcarea şi comportarea lor. Această necunoaştere temporară a cauzelor unor fenomene este interpretată de idealiştii „fizici" ca o „dovadă" a absenţei condiţionării cauzale a fenomenelor în general.

Totodată, ei ignorează deosebirea calitativă dintre macrocosm şi microcosm, contestă existenţa unor forme calitativ noi de conexiune cauzală în microcosm. Legătura cauzală în microcosm este analizată de ei prin prisma ideilor şi interpretărilor din mecanica clasică. Se pierde astfel din vedere lucrul cel mai important : specificul microobiectelor, natura lor dublă, care face ca ele, spre deosebire de macroobiecte, să nu posede simultan o poziţie determinată şi un impuls determinat.

Ca urmare, se trage următoarea concluzie : întrucît, conform „principiului complementarităţii", observarea cu un macroaparat de un anumit tip determină coordonatele microobiectului (adică stabileşte existenţa acestuia în spaţiu şi timp), microobiectul ar înceta să se supună principiului cauzalităţii, determinarea impulsului său fiind imposibilă. Dacă un aparat de alt tip permite determinarea impulsului microobiectului, acesta se supune legii cauzalităţii în accepţia mecanică (laplaceeană) a cuvîntului, dar încetează să mai existe în spaţiu şi timp, deoarece determinarea coordonatelor sale este imposibilă. Aşadar, descrierea spaţiotemporală şi principiul cauzalităţii se exclud reciproc. De aici se trage concluzia că nu există dependenţă cauzală în lumea microfenomenelor.

Această concluzie a fost preluată solemn de întreaga filozofie idealistă, care vede în ea dezminţirea „ştiinţifică" a unuia dintre cele mai importante principii ale materialismului.

Scanned with OKEN Scanner

V. I. Lenin sublinia că trebuie să facem distincţie între soluţia generală gnoseologică a problemei cauzalităţii şi gradul de exactitate atins de ştiinţă în descrierea legăturilor cauzale. De aceea este inadmisibil să se speculeze caracterul incomplet şi limitat al unei teorii pentru a strecura teza idealistă despre absenţa cauzalităţii în microcosm. Eminenţi fizicieni adepţi ai materialismului dialectic — P. Langevin, S.I.Vavilov ş.a. — au observat de asemenea, în mod just, că absenţa formei elementare a conexiunii cauzale mecanice în fenomenele din microcosm nu denotă cîtuşi de puţin falimentul cauzalităţii în genere. În cadrul formelor mai complexe de mişcare a materiei, printre care se numără şi microprocesele, relaţiile cauzale îmbracă şi ele o formă mai complexă.

ABSOLUTIZAREA ÎNTÎMPLĂRII ŞI „LIBERUL ARBITRU" AL ELECTRONULUI

Legile microcosmului se deduc din studierea unei anumite totalităţi de particule şi de proprietăţi ale acestora, adică din studiul ansamblului. Particulele ansamblului se află într-o legătură strînsă, organică. Ele interacţionează, îşi schimbă locurile, se întrepătrund. Ansamblul capătă astfel proprietăţi care par calitativ noi în comparaţie cu cele ale particulei individuale; acest fapt se exprimă în caracterul deosebit, statistic al legilor ansamblului. În consecinţă, este firesc că aceste legi ale ansamblului nu pot reflecta suficient de precis proprietăţile şi comportarea particulelor individuale. Ele permit doar determinarea poziţiilor şi stărilor probabile, posibile ale microparticulelor individuale.

Acest fapt a fost speculat în scopul preamăririi întîmplării, în scopul proclamării faimosului „liber arbitru" al electronului. Astfel, Bohr declara că, întrucît poziţia spaţială şi viteza electronului nu pot fi stabilite simultan, trebuie să conchidem că electronul posedă libertate de acţiune, cunoaşterea unor legi cauzale ale acestuia fiind deci de neconceput. Dacă însă admitem că există o lege necesară, trebuie să renunţăm la existenţa reală a elec-

Scanned with OKEN Scanner

tronilor, să-i considerăm pe aceştia din urmă ca nişte ficţiuni ale noastre, deoarece electronul nu poate fi detectat simultan în spaţiu şi în timp.

Într-o serie de cazuri, fizica contemporană oferă însă explicaţii cauzale ale comportării electronului. Astfel, saltul electronului de pe o orbită pe alta înăuntrul învelişului atomic sau expulzarea electronului au loc numai în cazul cînd o cuantă de lumină, un foton, loveşte electronul cu o energie bine determinată. Transformarea perechii electron-pozitron într-un foton are loc numai în cazul ciocnirii şi mişcării lor cu anumite viteze, adică numai atunci cînd particulele au masa şi energia necesare acestui proces. Tot astfel, procesul invers, de formare a perechii electron-pozitron, se realizează numai de fotoni a căror energie atinge un cuantum minim. Transformarea şi formarea perechilor satisface legile de conservare a masei, a energiei etc. ; totodată aceste procese decurg în strictă concordanţă cu relaţia lui Einstein : $E=m\,c^2$.

Prin urmare, nu se poate vorbi despre „liberul arbitru" al electronului. Ştiinţa va înlătura în procesul dezvoltării sale „confuziile" care mai persistă în înţelegerea comportării electronului şi a altor microparticule, dîndu-le o explicaţie corespunzătoare.

Concluzii de genul celei despre „liberul arbitru" al electronului se datorează de asemenea ignorării particularităţilor specifice ale legilor statistice, negării caracterului obiectiv al acestor legităţi bazate pe probabilitate, neînţelegerii caracterului legăturii dintre necesitate şi întîmplare. Întîmplarea este ruptă metafizic de necesitate, este opusă acesteia.

În realitate, necesitatea şi întîmplarea există simultan. Ambele categorii au un caracter obiectiv independent de conştiinţa oamenilor ; ele reprezintă forme diferite de manifestare a legăturilor cauzale obiective, a legilor lumii materiale. Întîmplarea este legată dialectic de necesitate, un moment al acestei legături fiind transformarea, în anu-

Scanned with OKEN Scanner

mite condiţii, a întîmplării în necesitate; cu alte cuvinte, orice întîmplare este condiţionată în mod necesar. Întîmplarea constituie forma de manifestare a necesităţii, este supusă unor legi obiective necesare.

Caracterul probabilistic al legilor microcosmului depinde de proprietăţile fizice reale, de natura microparticulelor. Orice tip de particule, mişcarea şi starea lor se supun unei statistici bine precizate. De pildă, fotonii, particulele α se supun statisticii lui Boze-Einstein, electronii statisticii lui Fermi-Dirac, moleculele gazelor obişnuite se supun statisticii speciale a lui Maxwell, care se deosebeşte de primele două. Dezintegrarea atomilor substanţelor radioactive, care se produce spontan în natură, fără nici o imixtiune din afară şi fără legătură cu operaţiile de măsurare, decurge pe baza legilor statistice. Toate acestea dezmint în mod convingător afirmaţiile despre „liberul arbitru", despre domnia întîmplării şi a subiectivismului în domeniul fenomenelor microcosmului şi confirmă caracterul obiectiv al legilor probabiliste ale mecanicii cuantice.

PRACTICA ÎMPOTRIVA IDEALISMULUI

Folosirea practică a concluziilor teoriei relativităţii şi mecanicii cuantice constituie cea mai bună dovadă a caracterului obiectiv al legilor, conexiunilor şi relaţiilor stabilite de acestea, spulberînd concepţiile subiectiviste, agnostice şi antideterministe ale idealiştilor „fizici" contemporani. Astfel, legea conexiunii dintre masă şi energie fundamentează calculele privind balanţa energetică a reacţiilor atomice, nucleare şi a transformării particulelor „elementare"; cunoaşterea naturii dependenţei masei de viteză este folosită pentru calcularea acţiunii diferitelor acceleratoare de particule (ciclotroane, betatroane, sincrofazotroane). Microscopul electronic funcţionează pe principiul folosirii proprietăţilor ondulatorii ale electronului.

Stadiul actual al tehnicii experimentale permite pătrunderea tot mai adîncă în esenţa fenomenelor şi a proceselor din microcosm, dezvăluirea şi studierea tot mai deplină a

Scanned with OKEN Scanner

celor mai variate și mai subtile aspecte și proprietăți ale lui. Astfel, încă în 1947 s-a putut măsura deplasarea nivelelor de energie ale atomului de hidrogen, deplasare prevăzută de mecanica cuantică și constatată ulterior experimental. Pentru a arăta precizia acestui experiment neobișnuit este suficient să spunem că dacă valoarea, stabilită experimental, a nivelelor energetice este de aproximativ 10^{-12} ergi (a trilioana parte dintr-un erg), adică este extrem de mică, mărimea măsurată a deplasării este egală cu 10^{-6}, sau cu o milionime din această energie. O asemenea precizie a măsurării dovedește practic că putem cunoaște și microparticule izolate.

EVOLUȚIA CONCEPȚIILOR UNOR FIZICIENI

Toate acestea nu puteau să nu se răsfrîngă asupra concepțiilor filozofice ale savanților. Semnificativă este în acest sens poziția lui W. Heisenberg. În articolul „Evoluția interpretării mecanicii cuantice", publicat în culegerea consacrată celei de-a 70-a aniversări a lui N. Bohr, el scrie : „În știința sa, fizicianul trebuie să postuleze că studiază o lume pe care nu el a fabricat-o, o lume care ar exista fără schimbări mai însemnate chiar dacă acest fizician nu ar exista în genere". Nici un materialist nu poate obiecta ceva împotriva acestei idei.

Însuși N. Bohr, corifeul fizicienilor de orientare pozitivistă grupați în așa-zisa „școală de la Copenhaga" (Heisenberg, Dirac, Pauli ș.a.), și-a schimbat punctul de vedere în legătură cu interpretarea fizicii moderne. După cum reiese din ultimele lucrări ale lui Bohr, și mai ales din articolul „Fizica cuantică și filozofia", el nu neagă caracterul obiectiv al legilor probabiliste, statistice. Bohr recunoaște cauzalitatea și respinge doar determinismul laplaceean. Or, materialiștii-dialecticieni evidențiază tocmai forma deosebită a cauzalității în microcosm, arată inadmisibilitatea explicării microfenomenelor prin prisma cauzalității mecanice, a determinismului laplaceean. În

Scanned with OKEN Scanner

felul acesta, întîmplarea în condiţiile microcosmului, întîmplare care era interpretată înainte de către adepţii „şcolii de la Copenhaga“ ca domnie a arbitrarului, a „liberului arbitru“, este legată astăzi de unii dintre ei de legitatea obiectivă.

Louis de Broglie a abandonat concepţiile „şcolii de la Copenhaga“, după ce a fost mai bine de un sfert de veac adeptul acestor concepţii. Fizicianul francez Vigier, americanul Bohm şi alţi reprezentanţi ai generaţiei mai tinere de fizicieni se postează pe poziţii asemănătoare. Ce-i drept, nu toţi au trecut pe poziţiile materialismului dialectic, unii admiţînd numai cauzalitatea mecanică. Totuşi asistăm la o ruptură cu idealismul şi cu agnosticismul, la o recunoaştere a necesităţii obiective.

Realizările remarcabile ale ştiinţei şi tehnicii sovietice, bazate pe concepţia materialist-dialectică despre lume, joacă un rol însemnat în evoluţia concepţiilor filozofice ale fizicienilor.

Obiectivitatea legilor naturii, valoarea lor ştiinţifică nu depind de atitudinea personală a savantului faţă de aceste legi. De aceea, atunci cînd facem aprecieri despre marile descoperiri şi teorii ale unor oameni de ştiinţă bazate pe studiul fenomenelor lumii materiale, nu trebuie să avem în vedere numai concepţia despre lume a respectivilor oameni de ştiinţă. Altminteri se poate ajunge la negarea conţinutului pozitiv al teoriei, de pildă al teoriei relativităţii sau al mecanicii cuantice.

Exemplul lui de Broglie, Vigier, Bohm, schimbarea concepţiilor lui N. Bohr, Heisenberg şi ale altor oameni de ştiinţă, care vedeau în pozitivism „adevărata filozofie a ştiinţei“, ilustrează în mod grăitor cuvintele lui V. I. Lenin că „fizica modernă este în durerile facerii. Ea naşte materialismul dialectic“. Această naştere este legată de reevaluarea dureroasă a concepţiei despre lume a unor fizicieni. Dar logica evenimentelor este de aşa

Scanned with OKEN Scanner

natură, încît fizicianul care se sprijină pe experienţă şi pe datele ştiinţei va ajunge, mai devreme sau mai tîrziu, la recunoaşterea cauzalităţii şi a legităţii obiective care domină în natură.

CUNOAŞTEREA MATERIEI DESCHIDE POSIBILITĂŢI NELIMITATE

Omul pătrunde în tainele cele mai ascunse ale materiei cu o nepotolită sete de cunoaştere. În căutarea adevărului ştiinţific el a învins nenumărate obstacole. Acest proces nu a decurs însă lin. Au existat rătăciri, erori şi devieri, dar în ansamblu acumularea cunoştinţelor a urmat o linie ascendentă. Concepţiile anterioare despre lume au fost supuse unei revizuiri radicale, iar noţiunile şi teoriile care contraziceau fapte noi au fost abandonate. A fost nevoie de metode cu totul deosebite de cercetare şi de gîndire pentru ca de la presupunerile naive ale anticilor, învingîndu-se mecanicismul şi metafizica teoriilor ulterioare, să se ajungă la teoriile ştiinţifice moderne.

Iniţial se părea că descoperiri cum sînt, de pildă, cuanta lui Planck sau conexiunea dintre masă şi energie nu au o legătură directă cu nevoile practicii. Nu trecea însă mult timp şi însemnătatea lor uriaşă ieşea în mod neaşteptat la iveală.

Succesele obţinute în cunoaşterea materiei deschid perspective uriaşe în faţa practicii. A doua jumătate a secolului al XX-lea deschide un nou capitol în dezvoltarea ştiinţei ca forţă de producţie.

PROBLEMA NUMĂRUL UNU

Din nimic nu apare nimic; şi invers, nimic nu dispare fără urme. Acesta este un fapt incontestabil, stabilit de practica milenară a omenirii. Acest principiu măreţ al naturii materiale, elucidat teoretic de ştiinţă, şi-a găsit expresia concretă în legile de con-

Scanned with OKEN Scanner

servare (a materiei, energiei, masei, sarcinii etc.). Aceste legi se manifestă în diverse forme la fiecare pas al activităţii zilnice de producţie. Pentru efectuarea unui lucru se cheltuieşte întotdeauna un anumit efort, o anumită energie.

Energia este definită adesea ca fiind capacitatea de a efectua un lucru mecanic. Acest mod elementar de înţelegere sesizează totuşi proprietatea fundamentală a energiei, care determină rolul ei uriaş în viaţa omului. De unde putem obţine energie în modul cel mai ieftin şi mai convenabil ? Nenumăratele încercări de a crea un perpetuum mobile — un motor etern, o sursă eternă de energie — s-au dovedit sterile şi au fost respinse integral de ştiinţă, ele fiind în contradicţie cu principiul conservării energiei.

Paralel cu progresul societăţii cresc necontenit şi diferitele nevoi ale omului. Pentru a le satisface este necesară supunerea şi transformarea naturii, obţinerea unor produse şi materiale din care se confecţionează obiectele necesare. Aceasta necesită însă uriaşe cheltuieli de energie. Este deci cu totul firesc ca nivelul dezvoltării ştiinţei şi tehnicii, progresul cultural, bogăţia materială şi spirituală a societăţii contemporane să fie determinate de cantitatea de energie disponibilă. Nu este surprinzător că problema energiei constituie pentru omenire problema numărul unu.

Toate sursele de energie pe care omul le-a folosit în trecut şi le foloseşte astăzi sînt legate de Soare. Într-adevăr, căldura cărbunelui, petrolului, turbei nu este altceva decît energia razelor solare acumulată în lumea vegetală în cursul a milioane şi milioane de ani. Rîurile, a căror energie pune în mişcare turbinele hidrocentralelor, sînt alimentate permanent cu apă datorită circuitului care are loc în natură sub acţiunea Soarelui. Vîntul, care pune în mişcare instalaţii speciale, este re-

Scanned with OKEN Scanner

zultatul deplasării unor mase uriașe de aer, încălzite neuniform de razele solare.

Stăpînirea variatelor forme de energie a sporit nemăsurat puterea omului asupra naturii. Urcînd spre culmile civilizației moderne, dezvoltînd în proporții gigantice știința și tehnica, omul s-a ciocnit însă din nou de problema energiei. Huila, turba, petrolul — aceste surse aparent inepuizabile de energie — își dezvăluie limitele. S-a calculat că rezervele existente pe planeta noastră din aceste zăcăminte atît de importante sînt suficiente pentru maximum 150—200 de ani. Ce se va întîmpla însă cînd ele vor fi epuizate? Adevărata istorie a omenirii abia începe. În fața noastră se află multe milioane de ani de viață în condițiile orînduirii sociale cele mai desăvîrșite — comunismul. Problema energiei a început să capete din nou un caracter deosebit de acut. Și, ca întotdeauna, în ajutor a venit știința. Tocmai realizările fizicii atomice, mai ales succesele repurtate în al doilea pătrar al secolului al XX-lea, permit ca, în loc să utilizăm energia colosală a Soarelui conservată pe planeta noastră sub diverse forme, să trecem în mod practic la crearea unui „soare" propriu pe Pămînt.

INEPUIZABILUL

Cu mai bine de 50 de ani în urmă, V. I. Lenin, demonstrînd posibilitățile nelimitate ale cunoașterii naturii de către om, a enunțat ideea genială a inepuizabilității materiei. Această teză este confirmată de întreaga istorie a cunoașterii materiei în adîncime, de studierea atomului, începînd cu descoperirea fenomenului radioactivității și terminînd cu dezintegrarea nucleului atomic. Astăzi atomul poate fi denumit cu deplină îndreptățire inepuizabil, nu numai în sensul descoperirii unor noi și noi particule „elementare", proprietăți și interconexiuni ale acestora, ci și datorită cantității de energie conținute în atom.

Încă în procesul studierii radioactivității s-a constatat că atomul conține rezerve uriașe de energie. Acest lucru

Scanned with OKEN Scanner

a reieşit din faptul că energia care însoţeşte radiaţiile încălzea mediul înconjurător. Din cauza degajării ei extrem de lente, această energie a dezintegrării radioactive naturale nu putea fi însă folosită practic.

Natura şi originea acestei energii au fost pe deplin lămurite prin studierea „defectului de masă". S-a dovedit că energia atomică rezultă din transformarea masei atomilor în conformitate cu legea conexiunii dintre masă şi energie. Dar aproape întreaga masă a atomului este concentrată în nucleu. Pentru a obţine energie trebuie să pătrundem deci în nucleu, provocînd schimbarea lui. Aceasta este o problemă foarte complexă. Cum să răzbatem în adîncurile atomului ? Cum am putea să acţionăm atît de energic asupra nucleului încît să-l scoatem din starea de echilibru, provocînd transformarea lui artificială ? Metodele trebuie să fie neobişnuite, forţele — uriaşe, depăşind considerabil energia de legătură a nucleului. Dar lucrul cel mai important este să descoperi un procedeu de transformare artificială a nucleelor care să asigure obţinerea energiei în scopuri industriale, să permită eliberarea ei în timpul şi în cantităţile cerute, care să permită deci omului să influenţeze cursul reacţiei nucleare, încetinind-o sau chiar oprind-o. Aceasta înseamnă că procesul trebuie să fie dirijabil. În caz contrar, folosirea energiei atomice în scopuri paşnice ar fi practic imposibilă.

ENERGIA FISIUNII ATOMULUI

Practica nu se limitează numai să traseze sarcini cunoaşterii, ci şi creează mijloacele pentru rezolvarea lor. În cursul activităţii ştiinţifice experimentale au fost elaborate metodele, mijloacele şi procedeele de eliberare şi de folosire a energiei atomice.

Primii paşi pe această cale au fost : descoperirea în 1934 de către fizicianul italian Fermi a radioactivităţii artificiale provocate de neutroni şi fisiunea nucleului

Scanned with OKEN Scanner

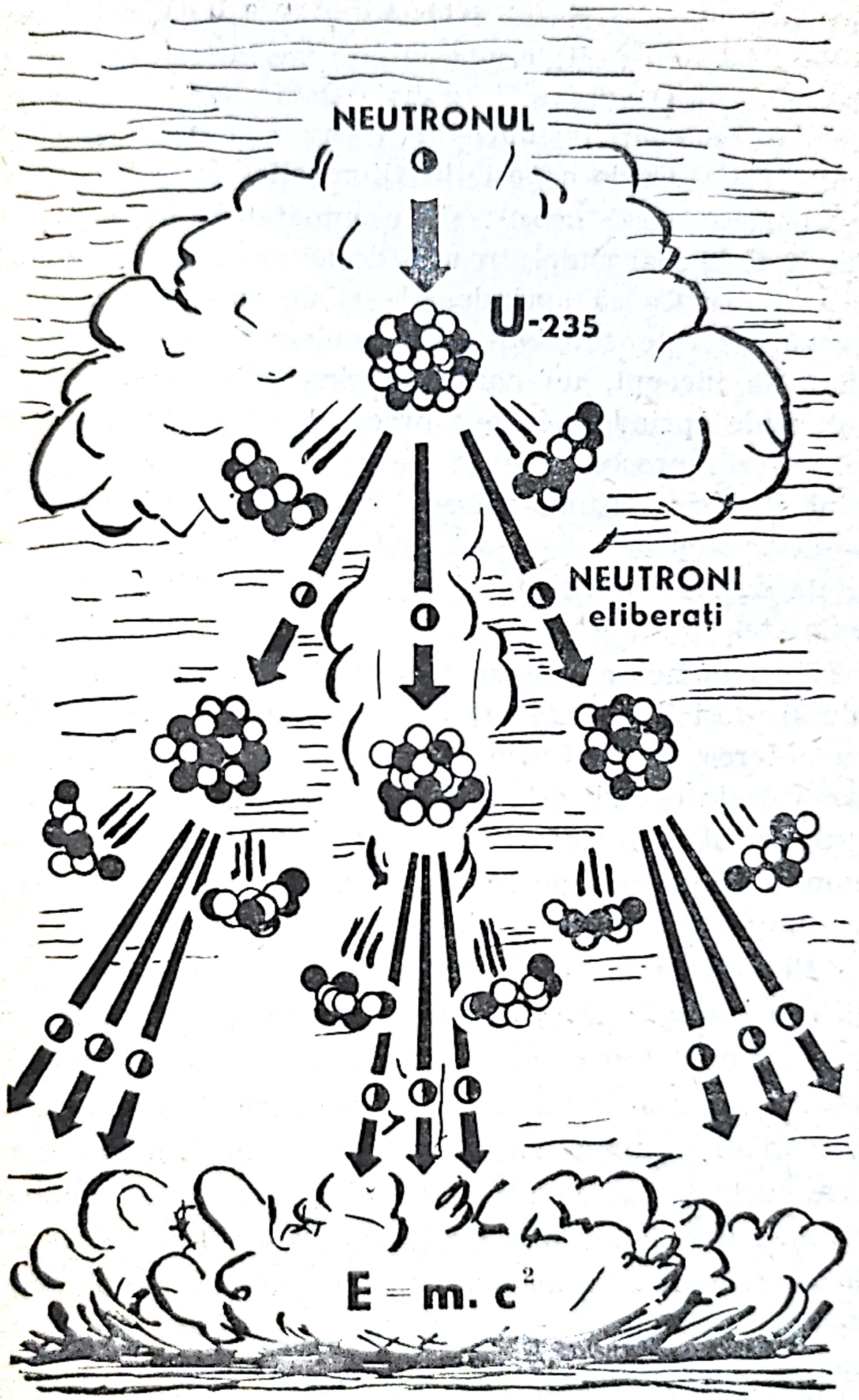


Fig. 17

Scanned with OKEN Scanner

uraniului, realizată în 1939 cu ajutorul neutronilor de către fizicienii germani O. Hahn şi F. Strassmann. Problema folosirii energiei atomului a fost astfel pusă pe un teren real. O însemnătate hotărîtoare pentru folosirea tehnică a energiei nucleare a avut demonstrarea de către Joliot-Curie a posibilităţii reacţiei în lanţ.

În ce constă sensul şi însemnătatea procesului în lanţ ? Cele mai simple reacţii de acest gen sînt explozia şi arderea. Ca să aprindem benzina, spirtul sau un alt carburant este suficient să apropiem de ele o singură dată, la început, un chibrit aprins ; din acest moment iniţial de aprindere începe procesul neîntrerupt, în lanţ, al arderii, proces care se dezvoltă spontan şi durează pînă cînd se consumă întregul carburant. Cu acest prilej se degajă energia necesară omului, energie a cărei cantitate depinde de genul şi de calitatea substanţei întrebuinţate.

Un fenomen analog se petrece şi în cazul fisiunii uraniului, deşi în esenţă acest proces nu are nimic comun cu arderea. Joliot-Curie a descoperit că pentru declanşarea dezintegrării este suficient un singur neutron, care joacă rolul chibritului aprins. Procesul fisiunii nucleelor atomice, declanşat de acest neutron iniţial, va evolua în continuare singur cu o viteză de neînchipuit.

Reacţia în lanţ a fisiunii nucleelor de uraniu poate fi reprezentată intuitiv în felul următor : un neutron care se mişcă cu o viteză uriaşă, pătrunzînd ca un proiectil în masa uraniului, loveşte nucleul unuia dintre nenumăraţii atomi, spărgîndu-l în două ; în acest caz, din nucleul dezintegrat sînt eliberaţi doi-trei neutroni, care se împrăştie cu o viteză de 10—15 km/s. Întîlnind în calea lor nuclee noi, aceşti neutroni, la rîndul lor, le sparg de asemenea în două, eliberînd iarăşi din fiecare nucleu cîte doi-trei neutroni. Aceşti noi neutroni sînt apţi să joace mai departe rolul unor proiectile. În felul

Scanned with OKEN Scanner

acesta noii neutroni-proiectile apar în însuși procesul de fisiune în progresie geometrică.

Posibilitatea desfășurării unui asemenea proces are o însemnătate uriașă. Pentru obținerea unor cantități mari de energie atomică trebuie dezintegrați un număr imens de nuclee de uraniu ; dacă pentru dezintegrarea fiecărui nucleu în parte ar trebui să aducem din afară cîte un neutron, atunci pentru obținerea acestora din urmă s-ar fi cheltuit o energie mai mare decît aceea obținută în urma fisiunii. În acest caz, obținerea energiei atomice nu ar avea nici o valoare practică.

Dar procesul în lanț de eliberare spontană a neutronilor, proces care evoluează ca o avalanșă, ne scutește de orice cheltuială de proiectile nucleare.

Acest proces poate fi accelerat într-un mod foarte simplu. Pentru ca reacția în lanț să nu se stingă și fisiunea nucleelor să se termine printr-o explozie, trebuie să existe o cantitate de uraniu nu mai mică decît așa-numita „masă critică". Pentru uraniul 235 ea reprezintă circa 1 kg. Dacă luăm o bucată de uraniu egală cu masa lui critică, atunci aproape toți neutronii vor lovi nuclee ale acestui element și procesul în lanț de fisiune nucleară, început în mod spontan, se poate dezvolta extrem de rapid. Întreaga bucată se poate dezintegra în a milioana parte dintr-o secundă. Energia care se degajează din nucleele de uraniu provoacă o explozie. Pe acest principiu se bazează folosirea uraniului în bomba atomică. În condițiile naturale, conținutul de uraniu 235 este foarte mic : numai 0,7% din cantitatea totală de uraniu ; o altă varietate de uraniu, uraniul 238, care se găsește în proporție de 99% în masa totală de uraniu, nu este capabilă să producă reacția în lanț. De aceea în natură nu se produc reacții spontane în lanț.

Oamenii de știință au început să dirijeze reacția în lanț a fisiunii nucleelor de uraniu. În instalațiile speciale destinate obținerii energiei atomice — reactoarele ato-

Scanned with OKEN Scanner

mice —, reacţia în lanţ poate fi reglată astfel încît să se desfăşoare relativ încet. Marea cantitate de căldură degajată cu acest prilej poate fi folosită pentru obţinerea unei forţe motrice (de pildă aburi pentru punerea în mişcare a turbinelor etc.). Pe baza acestui principiu, în U.R.S.S. a fost construită în 1954 şi funcţionează cu succes prima centrală atomoelectrică din lume, cu o putere de 5 000 kW ; tot astfel a fost construit spărgătorul de gheaţă „Lenin" etc.

SINTEZA NUCLEELOR UŞOARE

Un alt procedeu de eliberare a energiei atomului este sinteza nucleelor uşoare. Potrivit concepţiilor moderne, sursa principală a energiei Soarelui şi a stelelor o constituie asemenea reacţii, care au loc în ele şi care duc la formarea heliului din hidrogen. Explozia bombei cu hidrogen realizează artificial această sinteză pe Pămînt. Deocamdată nu există un alt exemplu de folosire practică de către om a sintezei nucleelor uşoare. Se ştie că reacţiile nedirijate se termină, de regulă, prin explozie. Cu alte cuvinte, omul poate provoca un anumit proces, dar el nu-l poate încă reglementa, nu-l poate menţine la nivelul cerut, nu-l poate încetini, accelera sau opri în momentul dorit. Imposibilitatea de a controla procesul de sinteză a nucleelor uşoare şi de a dirija mersul lui împiedică deocamdată folosirea efectivă a uriaşei energii degajate în acest proces ; excepţie face folosirea acestei energii în scopuri distructive.

Reacţia de sinteză nu decurge în condiţii optime în cazul nucleelor obişnuite ale atomului de hidrogen, ci în cazul izotopilor săi : deuteriul şi tritiul. Se ştie că există trei tipuri de nuclee hidrogenice : nucleul hidrogenului obişnuit, sau uşor, este protonul. Hidrogenul al cărui nucleu este alcătuit dintr-un proton şi dintr-un neutron se numeşte hidrogen greu, sau deuteriu. În apa obişnuită, la fiecare 6 000 de atomi de hidrogen uşor se întîlneşte un singur atom de deuteriu. El se obţine de

Scanned with OKEN Scanner

exemplu prin electroliza apei naturale; într-o tonă de apă există aproximativ 200 g de apă grea, formată din deuteriu şi oxigen. Şi mai rar se întîlneşte al treilea izotop al hidrogenului — tritiul, hidrogenul supergreu. Acesta este un izotop radioactiv al cărui nucleu conţine un proton şi doi neutroni. Tritiul a fost obţinut pentru prima oară în 1939, prin bombardarea deuteriului cu neutroni. Tritiul care urmează să fie folosit în calitate de

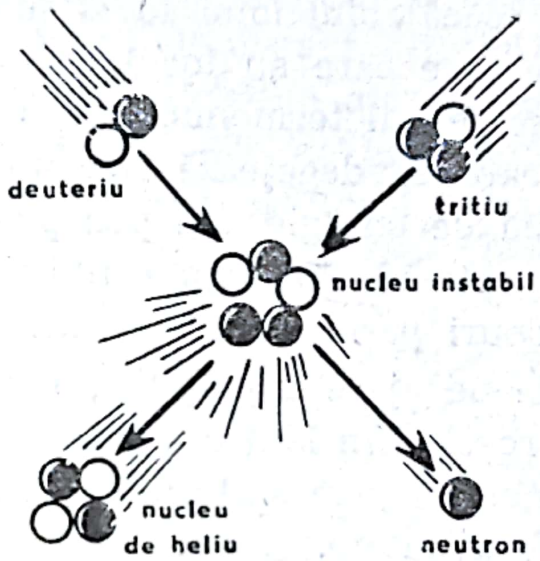


Fig. 18

combustibil nuclear este obţinut acum prin bombardarea litiului cu neutroni într-un reactor nuclear.

Cu prilejul fuzionării nucleelor de deuteriu sau de tritiu şi formării de nuclee mai grele, de heliu, se degajează o cantitate uriaşă de energie. Reacţia cea mai eficace din punct de vedere energetic este sinteza nucleului de heliu din nuclee de tritiu şi deuteriu. La sinteza unui kilogram de heliu pe baza acestei reacţii se degajează aproape 150 000 000 kWh de energie electrică, o cantitate echivalentă cu căldura obţinută prin arderea a circa 150 000 de tone de cărbune. Dificultatea cea mai mare constă în faptul că pentru declanşarea acestei reacţii este nevoie — timp de aproximativ a zecea milioana parte dintr-o secundă — de o temperatură de cîteva zeci de milioane de grade. Numai în aceste con-

Scanned with OKEN Scanner

diţii nucleele de deuteriu şi de tritiu, avînd sarcini de acelaşi semn, capătă viteza necesară pentru a învinge forţa electrostatică de respingere care acţionează între ele şi pentru „a fuziona". Tocmai aceasta înseamnă a realiza sinteza. Dar această temperatură se obţine în prezent pe Pămînt într-un singur mod : prin explozia bombei atomice. În bomba cu hidrogen, unde s-a realizat practic pentru prima oară sinteza nucleelor uşoare, bomba atomică joacă rolul unui focos sui-generis.

Reacţiile nucleare care au loc la aceste temperaturi înalte se numesc reacţii termonucleare. Întrucît în reacţiile termonucleare se degajează într-un timp infim o cantitate colosală de energie, s-a pus problema dirijării acestor reacţii : într-adevăr, combustibilul nuclear poate fi folosit în scopuri paşnice numai dacă reuşim să micşorăm viteza de degajare a energiei, reglementînd-o la fel ca în cazul reacţiei în lanţ din reactoare.

Obţinerea energiei prin sinteza nucleelor uşoare prezintă o serie de avantaje. Întrucît apa este sursa principală de obţinere a deuteriului, rezervele mondiale de combustibil termonuclear sînt practic inepuizabile ; reacţiile termonucleare pot începe cu orice cantitate de combustibil, nefiind necesară o masă sau greutate „critică" ; în sfîrşit, aceeaşi cantitate de material iniţial degajează prin sinteză o energie nucleară de cîteva ori mai mare decît cea produsă în cazul fisiunii uraniului sau plutoniului.

Fizicienii sovietici au reuşit să soluţioneze numeroase probleme privind obţinerea reacţiilor termonucleare dirijate, crearea unor noi surse de temperaturi înalte. Cea de-a doua conferinţă internaţională O.N.U. pentru folosirea energiei atomice în scopuri paşnice, conferinţă care a avut loc în 1958 la Geneva, a arătat că ştiinţa sovietică ocupă în lume un loc de frunte în studierea sintezei nucleelor. Fără îndoială că într-un viitor apropiat, prin eforturile oamenilor de ştiinţă din toate ţările, problema

Scanned with OKEN Scanner

extrem de importantă a dirijării reacţiilor termonucleare va fi rezolvată. Vom smulge naturii taina unui alt proces foarte important şi complex, unul dintre acele procese care, aşa cum e cazul fotosintezei, condiţionează existenţa întregii lumi animale şi vegetale.

Energia atomică constituie energia viitorului apropiat, temelia unor forţe de producţie calitativ noi, foarte dezvoltate. Rezervele de combustibil nuclear sînt cu adevărat inepuizabile. Dacă uraniul şi toriul, elemente extrase din minereurile de uraniu şi toriu şi care sînt folosite pentru fisiunea nucleului atomic, există în cantităţi suficiente pentru 200—300 de ani, în apa mărilor şi a oceanelor există suficient deuteriu pentru a obţine energie prin sinteză termonucleară timp de peste un miliard de ani.

Energia obţinută dintr-o anumită cantitate de material nuclear este uriaşă în comparaţie cu energia obţinută din aceeaşi cantitate de oricare altă substanţă.

Potenţialul energetic al 1 kg de combustibil (în kWh) este următorul :

Petrol	*cărbune*	*uraniu*	*deuteriu şi tritiu*
11,6	8,14	22 900 000	peste 150 000 000

Această capacitate energetică colosală a combustibilului nuclear, precum şi inepuizabilitatea practică a materialelor nucleare, stă la baza măreţei revoluţii tehnice-economice care inaugurează epoca atomică, ducînd în condiţiile socialismului la dezvoltarea continuă, extraordinar de rapidă, a forţelor de producţie.

IZOTOPII RADIOACTIVI

O altă posibilitate extraordinară de aplicare a cuceririlor fizicii nucleare, pe lîngă folosirea energiei atomice, este legată de izotopii radioactivi.

Izotopii sînt varietăţi ale unui element chimic, avînd mase atomice diferite, dar aceeaşi sarcină a nucleului atomic ; izotopii unui anumit element ocupă deci acelaşi

Scanned with OKEN Scanner

loc în sistemul periodic. În limba greacă izotop înseamnă „pe acelaşi loc“ (izos „acelaşi“, topos „loc“).

S-a constatat că aproape fiecare element chimic se prezintă sub forma unui amestec de izotopi, care diferă în ceea ce priveşte greutatea şi stabilitatea. Majoritatea elementelor au cel mult un izotop stabil. Alte elemente au numai izotopi instabili, radioactivi, cu diferite perioade de înjumătăţire, cuprinse între o fracţiune de secundă şi miliarde de ani. Astfel, din cei trei izotopi ai hidrogenului, numai tritiul este radioactiv. Dezintegrîndu-se, el emite particule β. Perioada lui de înjumătăţire este de 12,4 ani. Din cei şase izotopi ai carbonului, doi — cu greutatea atomică 12 şi 13 — sînt stabili, iar ceilalţi patru — cu greutatea atomică 10, 11, 14 şi 15 — sînt radioactivi. Dintre aceştia, primii doi, dezintegrîndu-se, emit pozitroni, iar ceilalţi doi — neutroni. Izotopul radioactiv al carbonului cu greutatea atomică 14 şi perioada de înjumătăţire de 5 600 de ani este folosit pe scară largă în cercetările ştiinţifice. La dezintegrarea nucleelor atomice ale izotopilor radioactivi se degajează o energie care variază de la zeci de mii pînă la cîteva milioane de electronvolţi.

După cum s-a mai arătat, izotopii radioactivi, spre deosebire de izotopii stabili, emit radiaţii. Aceste radiaţii pot fi puse în evidenţă cu ajutorul unor aparate speciale (camere de ionizare, contoare cu gaze, plăci fotografice), ceea ce permite detectarea cu uşurinţă a atomilor de izotopi radioactivi oriunde ar apărea. Acest lucru, ca şi faptul că din punct de vedere chimic şi biologic ei se comportă la fel ca izotopii stabili respectivi, face ca izotopii radioactivi să joace un rol inestimabil, mereu crescînd, în diferite domenii ale ştiinţei şi tehnicii.

ATOMII MARCAŢI

Întrucît diferiţii izotopi ai unuia şi aceluiaşi element au proprietăţi chimice identice, în componenţa oricărei molecule poate fi introdus atomul oricărui izotop. Proprie-

Scanned with OKEN Scanner

tăţile unei substanţe compuse din molecule care conţin diferiţi izotopi rămîn şi ele neschimbate. Dar substanţa alcătuită din molecule care conţin atomul unui anumit izotop poate fi distinsă cu uşurinţă. Această moleculă este parcă „marcată". Izotopii stabili, care diferă ca masă, sau cei radioactivi, care emit radiaţii, joacă rolul unor indicatori. Atomii radioactivi — atomii „marcaţi" — sînt deosebit de adecvaţi acestui scop. Folosindu-se aparate speciale care înregistrează radiaţiile lor, ei pot fi uşor descoperiţi într-o masă de atomi identici din punct de vedere chimic. Substanţa care conţine atomi radioactivi poate fi detectată chiar şi în doze extrem de mici, de ordinul a $1 \cdot 10^{-17}$ g (a suta cuadrilioana parte dintr-un gram). Această precizie depăşeşte cu mult posibilităţile chimiei analitice şi chiar posibilităţile celei mai fine metode — analiza spectrală.

Atomii marcaţi au permis să se pătrundă mai adînc în microcosm. Mişcările unor părţi structurale ale materiei — atomi şi molecule — au devenit vizibile omului. A devenit posibilă, de asemenea, determinarea cantitativă a minusculelor particule de substanţă.

RADIOBIOLOGIA ŞI RADIOMEDICINA

Folosirea atomilor marcaţi a permis să se determine direcţia de mişcare, modul de formare şi asimilare a diferitelor substanţe şi elemente în organismul viu. Pentru prima dată a devenit posibilă urmărirea nemijlocită a unor procese care de obicei rămîn ascunse.

După cum se ştie, nutriţia este unul dintre factorii şi condiţiile cu acţiune permanentă, care asigură activitatea vitală normală a organismului. Cunoaşterea legilor asimilării şi circulaţiei substanţelor nutritive în organism permite rezolvarea unor probleme privind regimul alimentar, modul şi mijloacele de nutriţie. Dacă adăugăm produselor nutritive de importanţă vitală (compuşi ai carbonului, oxigenului şi azotului) — care participă la formarea ţesuturilor organismului nostru — o doză in-

Scanned with OKEN Scanner

fimă din izotopul respectiv, putem cerceta cu ajutorul contorului Geiger procesul de circulaţie şi asimilare a acestor substanţe în organism.

Schimbul de substanţe este însuşirea cea mai importantă a vieţii. Viaţa însăşi, după definiţia lui Engels, este modul de existenţă a corpurilor proteice. De aceea studiul transformărilor pe care le suferă proteinele în organism are o importanţă deosebită. Întrucît proteina este compusă din azot, carbon, sulf, fosfor etc., pentru studierea schimbului de proteine se folosesc izotopii radioactivi ai acestor elemente. Cu ajutorul atomilor marcaţi s-au putut urmări căile de formare a substanţelor proteice în organism, viteza lor de reînnoire şi transformarea lor ulterioară. Datele obţinute permit omului să intervină activ în procesele de schimb, dirijîndu-le în direcţia necesară prin crearea de condiţii corespunzătoare şi prin folosirea substanţelor medicamentoase.

Izotopii radioactivi au permis obţinerea unor succese remarcabile în tratamentul unei serii de boli. Astfel, este bine cunoscută folosirea iodului radioactiv în maladiile glandei tiroide. Există, de asemenea, dispozitive speciale care permit descoperirea tumorilor canceroase ale creierului fără să se recurgă la operaţii chirurgicale. Pentru aceasta se introduce în venă un izotop radioactiv al aurului (Au-198). Injectarea intravenoasă a soluţiei izotopului radioactiv permite ca, după viteza de răspîndire a atomilor marcaţi — viteză înregistrată cu ajutorul unui contor —, să se determine viteza circulaţiei sîngelui în organism. Introducerea diferiţilor radioizotopi a permis descoperirea regiunilor de concentrare a elementelor respective în organismul viu. Astfel, s-a constatat că manganul se concentrează cu precădere în muşchi, iar stronţiul — în oase ; fosforul se concentrează iniţial în organele interne, pentru a trece apoi în oase etc. Aceste date au o mare însemnătate în descoperirea focarelor de boală şi prescrierea tratamentului adecvat.

Scanned with OKEN Scanner

TAINA FOTOSINTEZEI

Fotosinteza este unul dintre procesele cele mai importante care au loc în natură. El este fenomenul acumulării de către plante a energiei solare. Sub influenţa luminii solare, frunzele plantelor asimilează bioxidul de carbon. Mintea omului încearcă de multă vreme să elucideze mecanismul acestui proces. Planta sintetizează substanţele organice direct din elemente şi din compuşi anorganici. Asimilînd bioxidul de carbon, ea formează acizi organici (cum este vitamina C), care în urma unui proces complex, sub influenţa luminii, se transformă în zahăr, amidon şi celuloză.

Ştiinţa reuşise să strîngă numeroase date despre acest proces complex, dar abia izotopii radioactivi au permis lămurirea misterului său.

O problemă centrală a fotosintezei este problema provenienţei oxigenului pe care îl elimină plantele : provine el din apă sau din bioxidul de carbon ? Plantele iau ambele aceste substanţe din afară : apa, împreună cu diferite săruri minerale, pătrunde din sol în rădăcini, iar bioxidul de carbon este absorbit din aer de către frunze. Materialul iniţial al sintezei celulozei este tocmai acel compus care se descompune sub acţiunea energiei luminoase, degajînd oxigen. Atomii marcaţi au contribuit la stabilirea acestui compus.

Savanţii sovietici, academicianul A. P. Vinogradov şi R. V. Teis, au adăugat apei şi bioxidului de carbon mici cantităţi de oxigen radioactiv. Analiza oxigenului eliminat de plante a arătat că el este identic cu oxigenul care intră în compoziţia apei asimilate de plantă. În urma acestei analize s-a ajuns la concluzia că oxigenul expirat de plantă provine din apă.

Folosirea acidului carbonic cu atomi marcaţi de carbon radioactiv (C-14) a permis să se stabilească ce compuşi chimici se formează direct din bioxid de carbon

Scanned with OKEN Scanner

şi apă, în ce compuşi trec ei şi cum se formează treptat celuloza.

Toate aceste cercetări permit formarea unei imagini tot mai exacte despre constituirea hidraţilor de carbon, aminoacizilor şi albuminei în frunzele verzi ale plantei. În urma acestor cercetări a apărut de pe acum o anumită posibilitate de a dirija fotosinteza prin modificarea condiţiilor de luminozitate. Astfel a fost făcut primul pas spre controlarea acestui proces foarte important.

Cînd ştiinţa va dezvălui pe deplin taina fotosintezei — şi aceasta se va întîmpla fără îndoială într-un viitor apropiat —, va apărea posibilitatea reală de a crea artificial produse alimentare. Din substanţe anorganice se vor putea obţine în uzine pe cale sintetică compuşi organici, ca proteine, grăsimi, amidon, vitamine, care nu se vor deosebi cu nimic de respectivele produse vegetale naturale. Aceasta va determina o cotitură însemnată în alimentaţia omenirii.

RADIAŢIILE CREATOARE

Capacitatea radiaţiei radioactive de a provoca transformări chimice ale substanţelor a fost constatată încă în reacţia plăcii fotografice. Studierea izotopilor radioactivi a arătat că sub acţiunea lor se desfăşoară foarte intens procese dintre cele mai variate : procese de descompunere, de oxidare, de reducere, de polimerizare etc. Aceasta a fost baza apariţiei şi dezvoltării rapide, îndeosebi în ultimii ani, a unei ramuri noi a chimiei : radiochimia. Cu greu am putea supraaprecia azi însemnătatea pe care o capătă radiochimia în crearea unor materiale sintetice foarte importante.

Se ştie că polietilena este folosită pe scară largă în industria de cabluri, la fabricarea de fibre sintetice, de ţevi, la producerea a diferite articole de turnătorie etc. Înainte, polietilena, acest produs extrem de preţios, se obţinea prin polimerizarea etilenei gazoase la temperatura de 200°C şi la o presiune foarte înaltă, de la 1 200

Scanned with OKEN Scanner

pînă la 3 000 de atmosfere, folosindu-se totodată substanţe speciale : iniţiatori. Aceasta complica extraordinar de mult procesul tehnologic. Se punea problema simplificării lui. Trebuia evitată folosirea unor presiuni atît de înalte.

Radiochimia a contribuit la înlăturarea acestor dificultăţi. S-a constatat că prin iradierea soluţiei de etilenă cu cobalt radioactiv procesul de polimerizare se desfăşoară intens chiar şi la temperaturi şi presiuni normale. Metoda iradierii se aplică la polimerizarea unor substanţe iniţiale (monomeri) a căror polimerizare nu poate fi obţinută prin alte procedee. Viteza polimerizării este reglată cu uşurinţă prin schimbarea intensităţii iradierii. Polimerizarea prin iradiere, care se produce de obicei la temperaturi şi presiuni normale, nu necesită folosirea unor iniţiatori, excitanţi sau catalizatori, care îndeobşte înrăutăţesc calitatea produsului obţinut.

Extrem de valoroasă este capacitatea radiaţiilor radioactive de a influenţa proprietăţile polimerilor, schimbîndu-le în direcţia dorită. Posibilitatea sintetizării unor materiale cu calităţi dinainte stabilite, care cu 15 ani în urmă părea de domeniul fantasticului, a devenit astăzi realitate datorită iradierilor cu radiaţii nucleare. S-a constatat că alipirea unui polimer cu anumite proprietăţi la lanţul principal sau la o ramură a unui alt polimer cu proprietăţi diferite permite obţinerea unui produs care sintetizează proprietăţile substanţelor de la care se pleacă.

Studiind influenţa radiaţiilor de mare energie asupra polimerilor, academicianul sovietic V. A. Karghin, împreună cu un grup de cercetători, a stabilit că în cazul dat pot concura două procese : „alipirea“ (copolimerizarea) şi „destrămarea“ (distrugerea parţială) a moleculelor polimere. Datele obţinute arată că, la iradierea

Scanned with OKEN Scanner

unor polimeri ca polietilena, cauciucul natural, policlorura de vinil etc., predomină procesele de „sudare". Moleculele „sudate" sînt mai rezistente, sînt stabile din punct de vedere termic. Ele își pierd adesea capacitatea de a se dizolva chiar în solvenți chimici fierbinți, ceea ce prezintă un interes practic uriaș. De exemplu, vulcanizarea prin iradiere a așa-numitelor cauciucuri pe bază de silicon, al căror lanț principal este format din atomi succesivi de siliciu și oxigen, a permis crearea unei gume a cărei temperatură de lucru este cuprinsă într-un interval de la —100 pînă la +300°C. Aceasta îi asigură aplicarea atît la fabricarea anvelopelor autoșeniletelor folosite în Arctica cît și la confecționarea unor detalii ale rachetelor intercontinentale și navelor cosmice. Prin adăugarea unor substanțe și sub acțiunea radiațiilor, aceste cauciucuri devin rezistente și la acțiunea uleiurilor și benzinei.

Folosirea radiațiilor radioactive în chimie deschide perspective nelimitate pentru crearea de numeroase materiale sintetice necesare economiei naționale și ameliorarea proprietăților polimerilor cunoscuți.

ACȚIUNEA RADIAȚIILOR NUCLEARE ASUPRA PLANTELOR

Izotopii radioactivi contribuie la rezolvarea problemelor creșterii plantelor, sporirii recoltelor și creării unor soiuri noi, de calitate superioară și rezistente. Se știe că fosforul este necesar pentru viața plantelor. Acestea obțin fosforul din sol, din săruri numite fosfați. În ce porțiuni ale plantelor se acumulează fosforul în diferite perioade ale dezvoltării lor? Cînd este mai mare nevoia de fosfor? Care săruri ale acidului fosforic sînt cel mai bine asimilate de plante? Atomii marcați au permis ca aceste probleme ale practicii agricole să capete un răspuns amănunțit.

Scanned with OKEN Scanner

Cu ajutorul izotopului radioactiv al fosforului (P-32) s-a stabilit că fosforul se acumulează mai ales în tulpinile şi în rădăcinile plantelor. S-a stabilit, de asemenea, că fosfaţii sînt absorbiţi nu numai de rădăcini, ci şi de frunze. O soluţie de fosfat aplicată pe frunzele bumbacului ajunge în capsule mult mai repede chiar decît fosfatul absorbit de rădăcinile plantei. Aceasta accelerează considerabil creşterea plantelor şi coacerea capsulelor. În prezent, în Uniunea Sovietică se efectuează pe scară largă îngrăşarea neradiculară a bumbacului, sfeclei de zahăr şi a altor culturi, prin pulverizare din avion.

Izotopii radioactivi sînt folosiţi pentru sterilizarea la rece a alimentelor, pentru grăbirea coacerii şi pentru conservare. De exemplu, după iradierea lor cu un flux puternic de raze γ, legumele (ceapa, roşiile) şi produsele lactate se pot păstra un timp îndelungat. Iradiaţi în felul acesta, cartofii au fost comestibili şi după 16 luni. Printr-o iradiere îndelungată cu raze γ emise de cobaltul radioactiv s-a obţinut creşterea conţinutului în zahăr al sfeclei de zahăr.

Hiroşima şi Nagasaki au fost exemple ale consecinţelor îngrozitoare ale iradierii omului şi animalelor. Medicina modernă oferă însă şi date privind acţiunea pozitivă a radiaţiilor radioactive asupra organismului viu. Totul depinde de doza şi de natura substanţei radioactive. În prezent, în diferite ţări sînt întreprinse cercetări privind influenţa radiaţiilor radioactive asupra ereditătii, mai ales la plante. Experienţele au arătat de pe acum că iradierea seminţelor sau a plantelor înseşi poate modifica proprietăţile acestora, poate accelera creşterea şi mări productivitatea lor, poate duce la obţinerea de specii rezistente la ger sau imune la unele boli. Aceasta deschide perspective largi pentru crearea unor soiuri noi de plante, ceea ce prezintă o mare importanţă pentru producţia agricolă.

Scanned with OKEN Scanner

Radioactivitatea aduce servicii de nepreţuit arheologilor. Ea le-a permis să determine destul de exact vîrsta animalelor şi a organismelor vegetale pe baza resturilor lor.

Cel mai bine se cunosc trei izotopi ai elementului carbon : C-12, C-13, care sînt stabili, şi C-14, care este radioactiv. Ultimul se creează pe cale naturală. Neutronii din razele cosmice bombardează permanent azotul din atmosferă, formînd astfel o anumită cantitate de carbon radioactiv. În natură, cei trei izotopi se găsesc laolaltă, carbonul obişnuit, care intră în diferiţi compuşi, reprezentînd deci un amestec. Aşadar, bioxidul de carbon absorbit de plantă în procesul asimilaţiei conţine deja carbon radioactiv. Prin intermediul plantelor el ajunge în organismul omului şi al animalelor.

Atîta timp cît organismul este viu, în el avînd loc schimbul de substanţe, carbonul radioactiv dezintegrat este mereu completat de unul nou ; cînd organismul moare, asimilarea carbonului încetează, iar C-14 acumulat este supus dezintegrării treptate. Ca urmare, raportul dintre cantitatea izotopilor stabili şi cantitatea izotopului radioactiv se schimbă. Întrucît perioada de înjumătăţire a carbonului radioactiv este cunoscută (în jurul a 5 600 de ani), iar procentajul lui în cadrul unor substanţe la un moment dat poate fi determinat cu ajutorul unui contor, vîrsta organismului este determinată după schimbarea raportului menţionat. Cantitatea de C-14 conţinută în carbonul natural depinde de vîrsta obiectului respectiv.

După un principiu analog se determină şi vîrsta mineralelor şi a altor compuşi organici. Astfel, dacă un mineral conţine uraniu radioactiv sau radiu, atunci el trebuie să conţină şi produsul final al dezintegrării acestuia : plumb. După schimbarea raportului dintre uraniu şi plumb se poate determina cantitatea de uraniu

Scanned with OKEN Scanner

care s-a transformat în plumb, deci și vîrsta obiectului făcut din acel mineral.

Astfel, izotopii radioactivi ne ajută să ridicăm vălul care acoperă trecutul, să pătrundem în adîncurile secolelor. Cercetînd rămășițele vetrei sau obiectele casnice, arheologii au stabilit, după gradul de radioactivitate a carbonului, vîrsta așezărilor omului primitiv. Astfel, ei au stabilit că peștera Lascot (Franța) a fost locuită de ființe umane cu peste 15 000 de ani în urmă. Mumiile și cunoscutele piramide ale faraonilor egipteni Zaser și Snofru au o vechime de peste 4 000 de ani, iar vîrsta copacului secvoia gigantică, care crește în California, este de circa 3 000 de ani.

CONTROLORII ȘI MĂSURĂTORII INVIZIBILULUI

Folosirea în industrie a izotopilor radioactivi și a altor surse de radiații nucleare este una dintre direcțiile cele mai importante în folosirea energiei atomice în scopuri pașnice. În această direcție, în U.R.S.S. se efectuează vaste cercetări științifice, teoretice și experimentale.

Experiența unui șir de întreprinderi industriale a arătat că îmbinarea folosirii izotopilor radioactivi cu metode de automatizare permite automatizarea complexă a proceselor tehnologice la un înalt nivel tehnic-științific.

În prezent, numeroase procese de măsură, control și dirijare a producției care necesită o mare precizie se efectuează cu ajutorul izotopilor. Astfel, la producerea tablei de fier, a plăcilor fotografice, a foiței subțiri, a hîrtiei, linoleumului, peliculelor de mase plastice etc. este necesară o grosime bine precizată, uniformă și cîteodată extrem de mică, a respectivului articol. Înainte, controlul se înfăptuia prin contact direct cu produsul măsurat. Aceasta necesita oprirea frecventă a agregatului, fapt care ducea la scăderea productivității muncii,

Scanned with OKEN Scanner

fără a asigura totuşi omogenitatea produselor, adică fără a preveni apariţia unor rebuturi considerabile.

Aparatele bazate pe folosirea izotopilor radioactivi nu necesită contactul cu suprafaţa măsurată. Înainte de a fi prelucrată, materiei prime i se adaugă o cantitate mică de izotopi radioactivi, iar banda prelucrată care iese din laminor trece prin faţa unui contor Geiger. Cea mai mică abatere de la standard, chiar şi de ordinul micronilor, este detectată imediat pe baza modificării intensităţii radiaţiei. Astfel se poate interveni la timp în

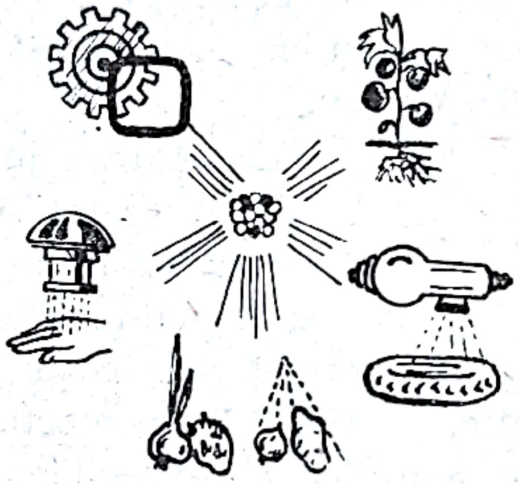


Fig. 19

procesul tehnologic. Productivitatea muncii creşte considerabil, deoarece aceste măsurători sînt efectuate în cursul muncii, fără a opri sau încetini mişcarea laminorului.

Capacitatea de pătrundere a razelor γ emise de izotopii radioactivi, precum şi proprietatea lor de a înnegri placa fotografică sînt folosite pentru determinarea defectelor interne ale pieselor turnate şi ale sudurilor. Existenţa golurilor şi avariilor poate fi detectată cu uşurinţă după intensitatea urmelor lăsate pe placă de diferitele regiuni ale piesei iradiate cu un flux de raze γ ale cobaltului radioactiv (Co-60). Regiunile defecte vor lăsa urme mai întunecate pe placă. Introducerea de-

Scanned with OKEN Scanner

fectoscopiei γ în unele uzine din Moscova, Leningrad, Taganrog şi din alte oraşe a micşorat de 2—3 ori rebuturile la suduri.

Cu ajutorul izotopilor radioactivi se determină, de asemenea, viteza difuziei în aliaje, se separă diferitele soiuri de petrol la pompare, se sporeşte intensitatea proceselor chimice (cum sînt polimerizarea şi oxidarea), se prospectează zăcămintele utile etc.

Exemplele citate nu epuizează nici pe departe diversitatea aplicaţiilor pe care le au atomii marcaţi. Ele oferă doar o imagine generală despre perspectivele nelimitate ale folosirii în industrie a izotopilor radioactivi.

UN SALT ÎN SUPUNEREA FORŢELOR NATURII

În istoria dezvoltării forţelor de producţie, ca şi a întregii lumi materiale, există perioade de evoluţie şi perioade de revoluţie. Trecerea la folosirea focului a fost, sub acest aspect, o adevărată revoluţie. Focul a permis dezvoltarea industriei, prelucrarea diferitelor obiecte. Iscusinţa în obţinerea focului, după spusele lui Engels, a permis omului pentru prima oară să stăpînească numeroase forţe ale naturii, separînd prin aceasta pe om în mod definitiv de regnul animal. Nu degeaba una dintre figurile eroice ale mitologiei greceşti este Prometeu, cel care a furat zeilor focul pentru a-l aduce oamenilor.

Puţine descoperiri se pot compara cu focul în ceea ce priveşte rolul jucat de el în dezvoltarea civilizaţiei umane. Dar astăzi se poate afirma cu toată certitudinea că descoperirea structurii atomului, cucerirea energiei atomice este cea mai grandioasă revoluţie din istoria cunoaşterii lumii şi din istoria forţelor de producţie. Atomul se află în centrul ştiinţei contemporane. Dacă începînd cu grecii antici şi pînă aproape de începutul secolului al XX-lea existenţa reală a atomului şi rolul

Scanned with OKEN Scanner

lui în alcătuirea materiei mai era o problemă discutată, din momentul descoperirii radioactivității, în numai 6 decenii, s-au făcut pe baza teoriei atomice numeroase descoperiri extraordinare, a căror influență asupra tuturor laturilor vieții sociale ne-o putem cu greu închipui.

Succesele realizate în secolul al XX-lea pe calea cunoașterii structurii și proprietăților materiei au creat premisele unui nou salt calitativ în dezvoltarea forțelor de producție ale societății.

O PRIVIRE ÎN VIITOR

Progresul continuu al omenirii este indisolubil legat de folosirea pașnică a energiei atomice. Actuala revoluție științifică-tehnică are multiple implicații sociale. Tehnica, uneltele de producție nu sînt decît elementul cel mai revoluționar, cu care abia începe schimbarea radicală a întregii structuri social-economice. Proprietatea privată asupra mijloacelor de producție încătușează dezvoltarea forțelor de producție, ridică bariere sociale în calea folosirii cuceririlor științei și tehnicii spre binele societății.

Imperialismul caută să folosească energia atomică mai ales în scopuri militare. Proprietatea socială asupra mijloacelor de producție, dezvoltarea și folosirea lor planificată asigură cea mai deplină și mai multilaterală aplicare a energiei atomice. În societatea socialistă, unde totul se înfăptuiește în numele și pentru binele omului, energia atomică constituie o pîrghie a progresului tehnic nelimitat. În noul Program al P.C.U.S. se acordă o mare însemnătate folosirii energiei atomice în scopuri pașnice.

O energie gigantică este menită să fie pusă în slujba unor țeluri mărețe. Cu ajutorul energiei atomului vor fi realizate proiecte tehnice grandioase. Omul va sili ghețurile Arcticii să bată în retragere, va îndrepta cursurile puternicelor fluvii spre regiunile secetoase, va transforma deșerturile în grădini înfloritoare, va dirija clima, iar

Scanned with OKEN Scanner

rachetele propulsate cu combustibil nuclear îl vor duce pe om spre alte planete ale sistemului solar.

* * *

Procesul cunoașterii lumii materiale este la fel de infinit pe cît de infinită, de inepuizabilă este însăși lumea materială. Pe fiecare treaptă de dezvoltare a științei, cunoștințele noastre despre materie, despre structura, proprietățile și formele ei de existență sînt limitate de nivelul producției, al tehnicii, de nivelul istoric la care a ajuns cunoașterea. Pe măsura dezvoltării continue a practicii umane și a științei, aceste cunoștințe devin tot mai profunde, mai exacte și mai perfecte.

Istoria învățăturii materialiste despre structura materiei, istoria concepțiilor despre atom constituie o dovadă grăitoare a justeței teoriei marxist-leniniste a cunoașterii. Numai de pe pozițiile ei putem înțelege evoluția științei, evoluție care presupune rezolvarea contradicțiilor care apar necontenit în cursul cunoașterii.

În cursul a 2 500 de ani, de la Democrit și pînă la descoperirea radioactivității naturale și a fisiunii artificiale a nucleului atomic, cunoștințele noastre despre structura materiei, despre proprietățile, formele de existență și legile ei de dezvoltare au sporit nemăsurat de mult. Dar nici aceste cunoștințe nu sînt un adevăr definitiv, absolut, deși ele includ elemente de adevăr absolut, reprezentînd un mare pas înainte pe calea cunoașterii acestuia. Înarmată cu cunoașterea legităților descoperite, societatea umană studiază și transformă cu tot mai mult succes lumea materială înconjurătoare, creînd propriul său viitor.

Realizările practice ale fizicii moderne în domeniul studierii microcosmului, folosirea proprietăților și energiei atomului, succesele în cucerirea cosmosului răstoarnă

Scanned with OKEN Scanner

toate încercările idealiştilor „fizici“ contemporani de a nega existenţa obiectivă a materiei şi posibilitatea cunoaşterii ei. Practica este criteriul adevărului şi ea dovedeşte cît se poate de convingător inepuizabilitatea posibilităţilor cognitive ale omului, capacitatea acestuia de a pătrunde tot mai adînc în lumea proceselor materiale, cucerindu-le şi punîndu-le în slujba nevoilor sale. De aceea cu o forţă deosebită răsună astăzi remarcabilele cuvinte ale lui Lenin :

„Mintea omenească a descoperit în natură multe lucruri minunate şi va descoperi şi mai multe, mărindu-şi astfel puterea asupra naturii...“

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

LA IZVOARELE ȘTIINȚEI 7
Despre fundamentul întregii existențe 8
Ideea genială a lui Democrit 10
O completare importantă a lui Epicur 12
Cele patru elemente ale lui Aristotel . . . . —
Lucrețiu Carus despre natura lucrurilor . . . 14
Uitarea teoriilor materialiștilor antici greci . . 16

CREAREA IPOTEZEI STRUCTURII ATOMICE A MATERIEI 17
Răzvrătirea științei împotriva religiei . . . . —
Cunoașterea înseamnă putere 19
„Causa sui" 21
Renașterea atomismului grec . . . . . —
„Chimistul sceptic" 23
Atomistica mecanică a lui Newton 25
Filozofia corpusculară a lui Lomonosov . . . 28
J. Toland și materialiștii francezi din secolul al XVIII-lea 31

DE LA IPOTEZĂ LA TEORIA ȘTIINȚIFICĂ . . . 34
Chimia și atomismul . . . . . —
Rezultatul unei controverse de șapte ani . . . 36
O lege omisă în focul discuției 38
Cea de a treia lege stoichiometrică 39
Teoria atomică a lui Dalton 41
Pe calea descoperirii moleculei 42
O nouă particulă a materiei 44
Importantele consecințe ale legii lui Avogadro 46
Formulele compușilor chimici 47
Chimia compușilor carbonului 49

Scanned with OKEN Scanner

Teoria structurii a lui Butlerov 51
Dezvăluirea naturii izomerilor 52
Legătura dintre chimia organică şi chimia anorganică 53
Marea descoperire a lui Mendeleev 54
Ipoteza devine lege 57
Confirmarea atomisticii ca teorie ştiinţifică . . 59

PĂTRUNDEREA ÎN ADÎNCUL ATOMULUI ŞI REVOLUŢIA DIN ŞTIINŢELE NATURII 60
Este divizibil atomul? 61
Razele X 62
„Cazul Becquerel" . . . . . —
Descoperirea radiului 64
Taina razelor radiului 65
Electronul 68
Atomul nu este atom 69
Consecinţele revoluţiei din ştiinţele naturii . . 70
Încă o şcolişoară la modă în filozofie 72
Energia în locul materiei 74
Despre criza fizicii 76
Cauzele gnoseologice ale idealismului „fizic" . . 77
Calea ieşirii din criză 78

FILOZOFIA ŞTIINŢIFICĂ DESPRE MATERIE, MIŞCARE, SPAŢIU ŞI TIMP 80
Ştiinţele naturii şi filozofia . . . . . —
Două puncte de vedere asupra unităţii lumii . . 82
Cuvîntul hotărîtor al practicii 84
Materialismul metafizic despre materie . . . 86
F. Engels despre materie 88
Definiţia noţiunii de materie de către V. I. Lenin —
Concluziile care decurg din definiţia leninistă . . 90
Materie şi mişcare 91
Formele fundamentale de mişcare ale materiei 93
Ştiinţa modernă despre formele de mişcare ale materiei 94
Caracterul absolut şi caracterul relativ al mişcării 96
Spaţiul şi timpul 98

DEZVOLTAREA IDEILOR DESPRE MATERIE ŞI DESPRE FORMELE EI DE EXISTENŢĂ 100
Spaţiul şi timpul în fizica clasică 101

Scanned with OKEN Scanner

Ideea nouă a lui N. I. Lobacevski 102
Prăbuşirea teoriei vidului 103
Experienţa lui Michelson 104
Constanţa vitezei luminii 105
Teoria relativităţii 107
Relativitatea masei 109
Interdependenţa masei şi energiei 111
Teoria relativităţii confirmă materialismul dialectic 112

CUANTELE, UNDELE, PARTICULELE „ELEMENTARE" 114
Corpul negru şi radiaţia lui 116
Descoperirea „atomului" de lumină 117
Undele lui de Broglie 119
Fenomenele de interferenţă şi difracţie . . . —
Demonstrarea naturii ondulatorii a electronului 121
Apariţia mecanicii cuantice 122
Relaţia de incertitudine 124
Particularităţile legilor cuantice 126
Cheia fenomenelor atomice 128
Particulele „elementare" 129
Modelul atomului 132
Structura nucleului atomic şi forţele nucleare 135
Dar aceasta nu este încă totul 139
„Ploaia" din adîncurile universului 142
Pozitronul 143
Particulele lui Yukawa 145
Descoperirile ulterioare şi studiul proprietăţilor particulelor „elementare" 147
Antiparticulele 150
Clasificarea particulelor „elementare" 152
Antiatomul 154
Despre teoria unitară a materiei 156
Cele trei lumi ale fizicii moderne 163
Avanpostul ştiinţei moderne 169

LUPTA FILOZOFICĂ ÎN JURUL DESCOPERIRILOR FIZICII MODERNE 171
Biserica îşi schimbă tactica 172
Speculaţiile idealismului şi religiei în jurul descoperirilor ştiinţei contemporane 175
Negarea conţinutului obiectiv al teoriei relativităţii 176

Scanned with OKEN Scanner

Teoria „expansiunii universului" 178
Despre „moartea termică" a universului . . . 183
Despre „transformarea" materiei în energie . . 187
„Anihilarea" materiei 189
Principiul „observabilității principiale" . . . 190
„Principiul complementarității" 191
Cu privire la rolul „special" al aparatului . . . 192
Campania împotriva principiului cauzalității . . 194
Absolutizarea întîmplării și „liberul arbitru" al electronului 196
Practica împotriva idealismului 198
Evoluția concepțiilor unor fizicieni 199

CUNOAȘTEREA MATERIEI DESCHIDE POSIBILITĂȚI NELIMITATE 201
Problema numărul unu . . . . . —
Inepuizabilul 203
Energia fisiunii atomului 204
Sinteza nucleelor ușoare 208
Izotopii radioactivi 211
Atomii marcați 212
Radiobiologia și radiomedicina 213
Taina fotosintezei 215
Radiațiile creatoare 216
Acțiunea radiațiilor nucleare asupra plantelor . . 218
În adîncurile secolelor 220
Controlorii și măsurătorii invizibilului . . . 221
Un salt în supunerea forțelor naturii 223
O privire în viitor 224

Scanned with OKEN Scanner

a apărut :

DIALECTICA MARXISTĂ ŞI ŞTIINŢELE MODERNE,
vol. IV

„CIBERNETICA"

CARTEA cuprinde o serie de studii şi articole semnate de unii dintre cei mai cunoscuţi cibernetic ieni din străinătate (Wiener, Kolmogorov, Couffignal, Berg, Gluşkov, Greniewski, Ashby, Sisakian, Klaus, Turing, Shannon, Tarján, Pierre de Latil, Kolman ş.a.). În lucrare sînt tratate aspecte privind apariţia cibernetic ii, întrepătrunderea ei cu celelalte discipline ştiinţifice, aplicarea ei în ştiinţele economice, medicină, comunicaţii etc.

VOLUMUL oferă cititorului posibilitatea de a lua contact cu o gamă largă şi variată de probleme filozofice şi sociale ale cibernetic ii.

EDITURA POLITICĂ

Scanned with OKEN Scanner

Dat la cules 14.12.1963. Bun de tipar 15.01.1964. Apărut 1964. Hîrtie scris II A de 63 g/m², 540×840/16. Coli de editură 11,64. Coli de tipar 14,50. A. T. 16.117/1963. C.Z. pentru biblioteci 1M2=R.

Tiparul executat sub comanda nr. 5523/31.018 la Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii", Piața Scînteii nr. 1, București — R.P.R.

Scanned with OKEN Scanner